

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«На правах рукопису»
УДК 621.182

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2018 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Реконструкція котельні науково-виробничого підприємства «Укроргсинтез» в м.Києві» _____

Виконав : студент II курсу, групи ТП-71мп

_____ Шарапов Володимир Володимирович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент Назарова Ірина Олександрівна _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці к.т.н., доцент Каштанов С.Ф. _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»,

Спеціалізація «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Шарапову Володимирі Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Реконструкція котельні науково-виробничого підприємства
«Укроргсинтез» в м.Києві.»

науковий керівник дисертації Назарова Ірина Олександрівна, к.т.н, доцент _____,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 5 » 11 2018 р. № 4072-с

2. Термін подання студентом дисертації 17.12.2018 р.

3. Об'єкт дослідження котельня

4. Вихідні дані Об'єктом теплопостачання є промислова будівля загальним зовнішнім
об'ємом $V_{\text{з.}} = 12$ тис. м³. Котельня забезпечує постачання теплоти на вентиляцію двадцяти
хімічних лабораторій з кратністю повітрообміну $K=60$ 1/год . Температурний графік
подаючого та зворотнього трубопроводу – 70/40.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____
Розрахунок теплового навантаження котельні, розрахунок теплової схеми котельні,
розрахунок горіння палива, гідравлічний розрахунок трубопроводів, розрахунок димової
труби, водопідготовка в котельні, вибір обладнання, автоматизація, охорона праці, розробка
креслень.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____
Теплова схема (А1) -1шт, План на позначці 0.000(А1) – 3шт,
Розрізи трубопроводів (А1) – 5 шт. _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каштанов С.Ф, доцент		

9. Дата видачі завдання 07 листопада 2018 р. _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Розрахунок теплового навантаження котельні	12.11.2018	
2	Розрахунок теплової схеми котельні	12.11.2018	
3	Розрахунок горіння палива і річна витрата палива	12.11.2018	
4	Гідравлічний і аеродинамічний розрахунок трубопроводів і повітропроводів	19.11.2018	
5	Розрахунок димової труби	25.11.2018	
6	Водопідготовка в котельні	25.11.2018	
7	Вибір обладнання	03.12.2018	
8	Автоматизація	03.12.2018	
9	Охорона праці	03.11.2018	
10	Розробка креслень	13.12.2018	

Студент

(підпис)

Шарапов В.В.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Назарова І.О.
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за освітньо – професійною програмою підготовки на тему : «Реконструкція котельні науково-виробничого підприємства «Укроргсинтез» у м.Київ » : 106 с., 7 рис., 23 табл., 3 дод., 21 джерело, 8 креслеників формату А1 , 2 кресленики формату А2.

Об'єкт розробки – котельня.

Мета розробки – розробка проекту твердопаливної котельні з контактним водонагрівачем для теплопостачання промислової будівлі .

Наведені розрахунки теплового навантаження котельні та теплової схеми котельні. Виконані гідравлічні розрахунки трубопроводів. Виконаний розрахунок димової труби. Вибране основне та допоміжне обладнання котельні: котел, вентилятори, насоси, теплообмінники. Розроблена схема автоматизації котельні. Передбачені заходи з охорони праці. Розроблений стартап проект , в результаті техніко-економічних розрахунків показано , що використання твердопаливної котельні є більш економічним ніж котельні на природному газі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: опалення, гаряче водопостачання, котельня, теплове навантаження, теплопостачання, котел, когенерація теплоти, димова труба, насос, вентилятор, теплообмінник.

ESSAY

Master 's dissertation for obtaining a Master' s degree in an educational - professional training program on a subject : " Boiler house reconstruction of scientific-productional enterprice “Ukrorgsintez” in Kyiv ": 106 p., 7 pic., 23 tabl., 3 adds ., sources 21 ., 8 drawings format A1, 2 drawings format A2 .

The property development - boiler room.

The purpose of development - development Total project boiler for heating industrial building.

Contains calculations of heat load boiler and thermal circuit . Completed pipeline hydraulic calculations and aerodynamic airways. The calculation of the chimney. Go to the main boiler and auxiliary equipment, heaters, fans, pumps, heat exchangers. Contains startup project, result of technical-economic calculations is solid fuel boiler that more economical that gas boiler. The scheme of automation boiler. The measures for safety. Completed feasibility calculations.

KEY WORDS: heating, hot water, boiler, heat load, heating, boiler, cogeneration of heat, smoke pipe, pump, blower, heat exchanger.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация на получение степени магистра по образовательно - профессиональной программе подготовки на тему: «Реконструкция котельной научно-производственного предприятия «Укроргсинтез» в г.Киев»: 106 с., 7 рис., 23 табл., 3 доп., 21 источник, 8 чертежей формата А1, 2 чертежи формата А2.

Объект разработки - котельная.

Цель разработки - разработка проекта твердотопливной котельной с контактным водонагревателем для теплоснабжения промышленного здания.

Приведенные расчеты тепловой нагрузки котельной и тепловой схемы котельной. Выполнены гидравлические расчеты трубопроводов. Выполнен расчет дымовой трубы. Выбрано основное и вспомогательное оборудование котельной: котел, вентиляторы, насосы, теплообменники. Разработанная схема автоматизации котельной. Предусмотрены мероприятия по охране труда. Разработан стартап проект, в результате технико-экономических расчетов показано, что использование твердотопливной котельной является более экономичным чем котельной на природном газе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: отопление, горячее водоснабжение, котельная, тепловая нагрузка, теплоснабжение, котел, когенерация тепла, дымовая труба, насос, вентилятор, теплообменник.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів.....	9
Вступ.....	11
1 Розрахунок теплового навантаження котельні.....	14
1.1 Вихідні дані до розрахунку	14
1.2 Розрахунок теплових втрат	15
1.3 Висновки	18
2 Теплова схема котельні	19
2.1 Вихідні дані до розрахунку	21
2.2 Розрахунок теплової схеми	22
2.3 Висновки	25
3 Розрахунок горіння палива і річна витрата палива.....	25
3.1 Розрахунок горіння палива.....	25
3.1 Висновки.....	28
4 Розрахунок димової труби.....	29
4.1 Розрахунок газового тракту	29
4.2 Розрахунок опору димаря	32
4.3 Самотяга димаря	33
4.4 Розрахунок розсіювання шкідливих викидів в атмосферу	34
4.5 Висновки.....	35
5 Гідравлічний розрахунок трубопроводів	36
5.1 Трубопроводи підживлювальної води	36
5.2 Перший контур руху теплоносія.....	40
5.3 Другий контур руху теплоносія	45
5.4 Висновки.....	48
6 Водопідготовка в котельні.. ..	49
6.1 Робота контактного водонагрівача на хімічно неочищеній воді.....	49
6.2 Висновок.....	50
7 Вибір обладнання.....	51
7.1 Вибір котла.....	51
7.2 Вибір вентиляторів.....	53

					ТП 71 22 011 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент	Шарапов В.В.				Реконструкція котельні науково-виробничого підприємства «Укроргсинтез» у м.Київ. Пояснювальна записка	Літери	Аркуш
Керівник	Назарова І.О.						
П.контр						«КПШ» ім. Ігоря Сікорського ТЕФ, кафедра ТПТ	
Н.контр	Боженко М.Ф.						
Зав. Каф.	Варламов Г.Б.						

7.3 Вибір насосів	54
7.4 Вибір теплообмінників.....	56
7.5 Висновки	63
8 Автоматизація.....	64
8.1 Автоматизація котельні	64
8.2 Сигналізація	65
8.3 Висновки	65
9 Стартап проект.....	66
9.1 Резюме проекту.....	66
9.2 Організація проекту.....	66
9.3 Ключові види діяльності проекту	69
9.4 Висновок що до науково-технічного рівня ідеї.....	70
9.5 Основні бізнес-процеси проекту	71
9.6 Ціннісні пропозиції та споживачі	74
9.7 Взаємовідносини зі споживачами та канали збуту.....	74
9.8 Обґрунтування ресурсів та витрат проекту	75
9.9 План робіт та партнери проекту.....	76
9.10 Грошовий потік та економічна оцінка проекту.....	77
9.11 Порівняння витрат твердопаливної та газової котельні на підприємстві.....	79
9.11 Висновки.....	83
10 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	84
10.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпечної експлуатації котельні.....	85
10.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії..	87
10.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	94
10.4 Висновки	98
Висновки.....	99
Список використаної літератури	102
Додатки	
Додаток А	
Технічне завдання на конструкторсько-технологічну роботу.....	104
Додаток Б	
Акт впровадження.....	105
Додаток В	
Перевірка на академічний плагіат.....	106

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

V – об'єм, витрата, подача;

n – число неробочих діб в опалювальному періоді;

Q – витрата теплоти, нижча теплота згорання;

q – питома вентиляційна характеристика будівлі, втрати теплоти від механічного недопалювання, щільність теплового потоку;

α – коефіцієнт, який враховує розбіжності реальних розрахунків від розрахункових, коефіцієнт тепловіддачі, коефіцієнт надлишку повітря;

t – температура;

a – довжина;

b – ширина, питома витрата натурального палива;

l – довжина;

g – питомий об'єм води в системі теплопостачання;

G – витрата;

N – кількість працюючих водогрійних котлів, електричне навантаження;

ρ – густина;

w – швидкість;

f – площа поперечного перетину;

d – внутрішній діаметр;

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості ;

Re – число Рейнольдса;

λ – коефіцієнт опору тертя, теплопровідність;

R – питомі втрати тиску на тертя, опір теплопередачі;

H – напір, висота;

P – тиск;

ΔP – втрата тиску;

F – площа поверхні;

Індекси нижні :

n – нормальні умови; пал – параметри палива;

$вн$ – параметри, які відносяться до внутрішньої сторони

$втр$ – втрати;

$мах$ – максимальні параметри;

$год$ – годинна витрата.

					ТП 71 22 011 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Скорочення :

КВН– контактний водонагрівач;

В – вентиляція ;

ГДК– гранично допустима концентрація;

ЗСК– запобіжно-скидний клапан;

ПЧ– перетворювач частотний;

БАУ– блок автоматичного управління;

КВПіА– контрольно-вимірювальні прилади і автоматизація;

					ТП 71 22 011 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Котельня установка (котельня) - споруда, де здійснюється нагрів робочої рідини (теплоносія) (як правило води) для системи опалення або паропостачання, розташоване в одному технічному приміщенні. Котельні з'єднуються зі споживачами за допомогою теплотраси або паропроводів. Основним пристроєм котельні є паровий, жаротрубний або водогрійний котли. Котельні використовуються при централізованому тепло- і паропостачанні або при місцевому постачанні, якщо ця котельня локального значення (в межах приватного будинку, кварталу).

По типу палива поділяються на газові котельні, рідкопаливні (мазут, дизельне паливо, відпрацьоване масло), твердопаливні (дрова, кокс, буре та кам'яне вугілля, брикети), комбіновані багатопаливні.

За типом котлів поділяються на :

- парові
- водогрійні
- змішані
- діатермічні.

За призначенням теплового навантаження поділяються на :

- опалювальні (опалення, вентиляція, гаряче водопостачання)
- виробничі (пар і / або гаряча вода для технологічних споживачів)
- змішані (забезпечення опалювальної та виробничої функції).

До основного теплового обладнання котелень відносяться котли, циркуляційні насоси , водо-водяні підігрівачі, грязьовики, розширювальні баки. Широке застосування мають прилади контролю і регулювання, різноманітна арматура, а також труби і теплова ізоляція. Труби для монтажу застосовують безшовні із сталі 10 і 20.

Для мереж гарячого водопостачання повинні застосовуватися оцинковані сталеві труби, які повинні з'єднуватися електрозварюванням під шаром флюсу. Всі зварні стики повинні підлягати ультразвуковому контролю. Арматура на трубопроводах встановлюється з ручним приводом на більші діаметри встановлюється арматура з ручним приводом через редуктор. На трубопроводах якими приєднуються теплообмінники, колектори та системи підживлення встановлюється повнопрохідні шарові крани, інші трубопроводи можуть оснащуватися неповно прохідними шаровими кранами. Труби і арматура повинні бути вкриті тепловою ізоляцією з мінераловатних напівциліндрів, які після монтажу вкриваються рулонним склопластиком.

Запобіжні клапани застосовуються для захисту опалювальних систем від підвищення

					ТП 71 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

тиску. Широке застосування мають зворотні поворотні клапани. Клапани встановлюються на горизонтальному трубопроводі кришкою вверх і на вертикальному – ущільненою поверхнею затвору вверх. Вода подається під диск.

Для згладжування гідравлічних пульсацій, а також для запобігання вібрації циркуляційних насосів, у замкнених системах тепlopостачання застосовуються розширювальні баки. Розширювальні баки розрізняють: як такі, що працюють під надлишковим і такі, що працюють під атмосферним тиском. Також за допомогою розширювальних баків можливе застосування автоматичного підживлення системи для компенсації втрат теплоносія внутрішньої системи.

Енергетика відіграє провідну роль в економічному розвитку країни та її економіки. У 2014—2015 рр. Україна опинилася в стані глибокої економічної кризи. У 2014 р. вперше у своїй історії країна виявилася залежною від імпорту всіх видів енергоресурсів, оскільки до імпорту природного газу і нафтопродуктів додався імпорт вугілля і періодичний імпорт електричної енергії. Енергоблоки пилувугільних ТЕС, що залишилися без донбаського антрациту, знизили навантаження, а в ряді випадків навіть були зупинені, тому країна була змушена закуповувати вугілля в ПАР, Австралії та Росії. Відомо, що для теплових станцій транспортувати вугілля на відстань, що перевищує 400 км, економічно не вигідно, тому закупівля вугілля в інших країнах пов'язана з великими додатковими витратами, що, в свою чергу, призвели до зростання цін на теплову енергію та комунальні послуги в цілому.

На сьогоднішній день великі підприємства, що потребують великої кількості теплової енергії, система тепlopостачання котрих є централізованою або працює на природному газі, витрачають нечувані гроші на опалення. Тому пошук альтернативних паливних ресурсів та джерел енергії зараз є дуже актуальним.

В зв'язку з цим на підприємстві «Укроргсинтез» було вирішено встановити твердопаливну котельню, що працює на деревних пелетах.

У даній магістерській дисертації наданий проект котельні для тепlopостачання промислової будівлі, а саме двадцяти хімічних лабораторій. Система опалення підприємства – вентиляційна. Велика кратність повітрообміну у приміщенні призводить до значних теплових втрат у опалювальний період.

На підприємстві вже встановлені чотири газових котли загальною потужністю 12 МВт. Задача полягає у встановленні твердопаливної котельні, що забере на себе частину навантаження, та аналізі економії коштів за рахунок спалювання деревних пелетів.

Для покриття теплових навантажень проектом передбачено встановити твердопаливний котел з контактним водонагрівачем КВН з номінальною потужністю 1,5

					ТП 71 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

МВт .Параметри теплоносія, що відпускається на потреби вентиляції 70/40°C. Схема котельні – незалежна . Для передачі теплоти від мережної води першого контуру до другого контуру встановлені два пластинчатих теплообмінника по 800 кВт.

Джерелом водопостачання є вода міського водопроводу. Трубопроводи підживлення підключаються до котла через бак хім. реагенту . Хімводопідготовка у складі установки відсутня.

					ТП 71 22 011 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ КОТЕЛЬНОЇ

Об'єктом теплопостачання є дев'ятиповерхова промислова будівля зовнішнім об'ємом $V_{зовн} = 12000 \text{ м}^3$. Котельня працює виключно на систему вентиляції будівлі та повинна забезпечити необхідну потужність для підігріву повітря що надходить до хімічних лабораторій .

1.1 Вихідні дані для розрахунку

- Ефективність системи рекуперації повітря – $\eta_{рек} = 50\%$;
- Температурний графік подаючої та зворотньої ліній – $70/40^\circ\text{C}$;
- Кратність повітрообміну в лабораторії – $K_{нов} = 60 \frac{1}{год}$;
- температура повітря в лабораторії – $t_{вн} = 22^\circ\text{C}$.

Для м. Київ визначаю кліматологічні дані:

- тривалість опалювального періоду $n_o = 176$ діб ;
- температура зовнішнього повітря у холодний період року, $^\circ\text{C}$:
 - розрахункова для опалення $t_{p.o} = -22^\circ\text{C}$;
 - середня опалювального періоду $t_{cp.o} = -0,1^\circ\text{C}$;
 - середня найбільш холодного місяця $t_{cp.x.m.} = -4,7^\circ\text{C}$.

Характеристики приміщення

- кількість лабораторій $N_{лаб} = 20$;
- висота стелі $H_{ст} = 4 \text{ м}$;
- площа однієї лабораторії $F_{лаб} = 6 \times 5 = 30 \text{ м}^2$;
- площа вікна однієї лабораторії $F_{вік} = 6,8 \text{ м}^2$;
- приведений опір теплопередачі стіни $R = 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$;
- приведений опір теплопередачі вікна $R = 0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Розрахунок теплих втрат

Теплові втрати відбуваються через зовнішні обгородження в холодний період року. План поверху будівлі зображений на рис. 1.1.

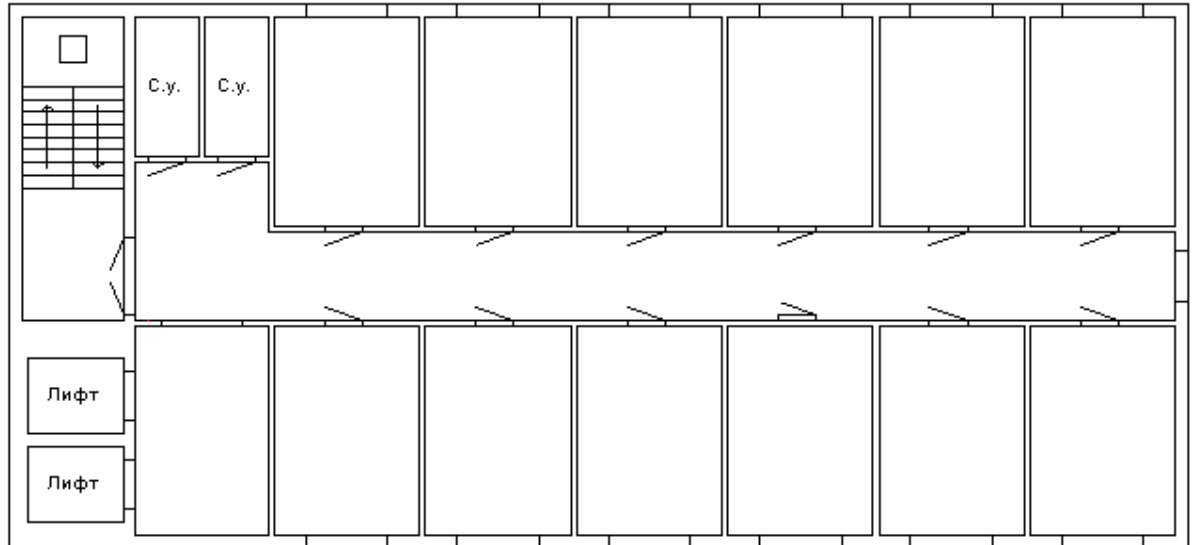


Рисунок 1.1. – План будівлі

1.2.1 Теплові втрати приміщенням

Теплові втрати приміщенням, розраховуються для за формулою

$$Q_{вт} = \sum Q_{обг} + Q_{нов} + Q_{инф}, \quad (1.1)$$

де $\sum Q_{обг}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні обгороджувальні конструкції (зовнішні стіни, вікна, зовнішні двері), кВт;

$Q_{инф}$ – втрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення через нещільності в обгородженнях, а також при провітрюванні приміщень, кВт.

1.2.2 Втрати теплоти через обгородження

$$Q_{обг.i} = \frac{1}{R_i} \cdot F_i \cdot \Delta t_i \cdot (1 + \sum \beta_i) \cdot n_i, \quad (1.2)$$

де R_i – приведений опір теплопередачі i-го обгородження;

F_i – площа поверхні;

Δt – різниця температур між внутрішнім та зовнішнім повітрям;

n_i поправка на розрахункову різницю температур, що залежить від геометричного положення обгородження ($n = 1$);

β_i - додаткові втрати теплоти в частках до основних.

1.2.2 Загальна площа обгороджувальних конструкцій розраховується за формулою

$$F_{заг.i} = a_i \cdot h_i \cdot N_i, \quad (1.3)$$

$$F_{заг.стін} = 5 \cdot 4 \cdot 20 = 400 \text{ м}^2,$$

$$F_{заг.вікон} = 4 \cdot 1,7 \cdot 20 = 136 \text{ м}^2.$$

Отже, за формулою (1.2)

$$Q_{стін} = \frac{1}{3,3} \cdot 400 \cdot (22 - (-22)) = 5,34 \text{ кВт},$$

$$Q_{вікон} = \frac{1}{0,75} \cdot 136 \cdot (22 - (-22)) = 8 \text{ кВт}.$$

1.2.3 Сумарні втрати теплоти через обгороджуючі конструкції

$$\sum Q_{обг} = Q_{ст} + Q_{вік} = 5,34 + 8 = 13,34 \text{ кВт}.$$

1.2.4 Об'ємна витрата повітря на одну лабораторію

$$L = V_{лаб} \cdot K_{пов} = (F_{лаб} \cdot h_{лаб}) K_{пов}, \quad (1.3)$$

$$L = 30 \cdot 4 \cdot 60 = 7200 \text{ м}^3/\text{год}$$

1.2.5 Витрата теплоти на підігрів повітря без рекуперації

$$Q_B = \frac{L}{3600} \cdot p_{пов} \cdot c_{пов} \cdot (t_{вн} - t_{зовн}) \cdot N_{лаб}, \quad (1.4)$$

де - $p_{пов}$ – густина припливного повітря при $t_{зовн} = -22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ кг/м³;

$c_{пов}$ – питома теплоємність припливного повітря при $t_{зовн} = -22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ кДж/(кг · К);

$$Q_B = \frac{7200}{3600} \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot (22 - (-22)) \cdot 20 = 2464 \text{ кВт}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.6 Витрата теплоти на підігрів повітря з рекуперацією

$$Q_{нов} = Q_B - Q_B \eta_{рек} , \quad (1.5)$$

$$Q_{нов} = 2464 - 2464 \cdot 0,5 = 1232 \text{ кВт.}$$

1.2.7 Витрати теплоти на інфільтрацію повітря $Q_{інф}$

$$Q_{інф} = (1/3600) c_n \rho_n F_n h (t_{вн} - t_{р.о}) , \quad (1.6)$$

де c_n – питома масова теплоємність повітря, кДж/(кг·К);

ρ_n – густина повітря, кг/м³;

F_n – площа підлоги приміщення, м²; h – висота приміщення від підлоги до стелі, м.

$$Q_{інф} = (1/3600) 1,05 \cdot 1,2 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 20 \cdot 4 \cdot (20 - (-22)) = 37 \text{ кВт.}$$

Отже , загальні теплові втрати за формулою (1.1)

$$Q_{вт} = 13,34 + 1232 + 37 = 1282,34 \text{ кВт.}$$

1.2.8 Середня витрата теплоти на опалення

Для будівлі будь-якого призначення середню витрату теплоти на опалення визначаю за формулою (1.7)

$$Q_{ср.о} = Q_o \frac{t_{вн} - t_{ср.о}}{t_{вн} - t_{р.о}} , \quad (1.7)$$

де $Q_o = Q_{вт}$ - розрахункова витрата теплоти на опалення, МВт.

$$Q_{ср.о} = 1,282 \cdot \frac{22 - (-0,1)}{22 - (-22)} = 0,644 \text{ МВт.}$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.9 Річна витрата теплоти на опалення

Річну витрату теплоти на опалення визначаю за формулою (1.8)

$$Q_{\text{річ.о}} = Q_{\text{ср.о}} n_o \cdot 24 \cdot 3600, \quad (1.8)$$

де n_o – тривалість опалювального періоду для м. Київ

$$Q_{\text{річ.о}} = 0,644 \cdot 176 \cdot 24 \cdot 3600 = 9,8 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}.$$

Результати розрахунків теплових навантажень зведено до табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Розрахункові теплові навантаження

Найменування величини	Позначення	Одиниця	Значення
Розрахункова витрата теплоти на вентиляцію	Q_o	МВт	1.282
Середня витрата теплоти на вентиляцію	$Q_{\text{ср.о}}$	МВт	0.644
Річна витрата теплоти на вентиляцію	$Q_{\text{річ.о}}$	$\frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$	$9,8 \cdot 10^6$

1.3 Висновки

Результатом розрахунку є розрахункова - $Q_o = 1.282$ МВт, середня $Q_{\text{ср.о}} = 0,644$ МВт

та річна витрата теплоти $Q_{\text{річ.о}} = 9,8 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$ на вентиляцію двадцяти лабораторій.

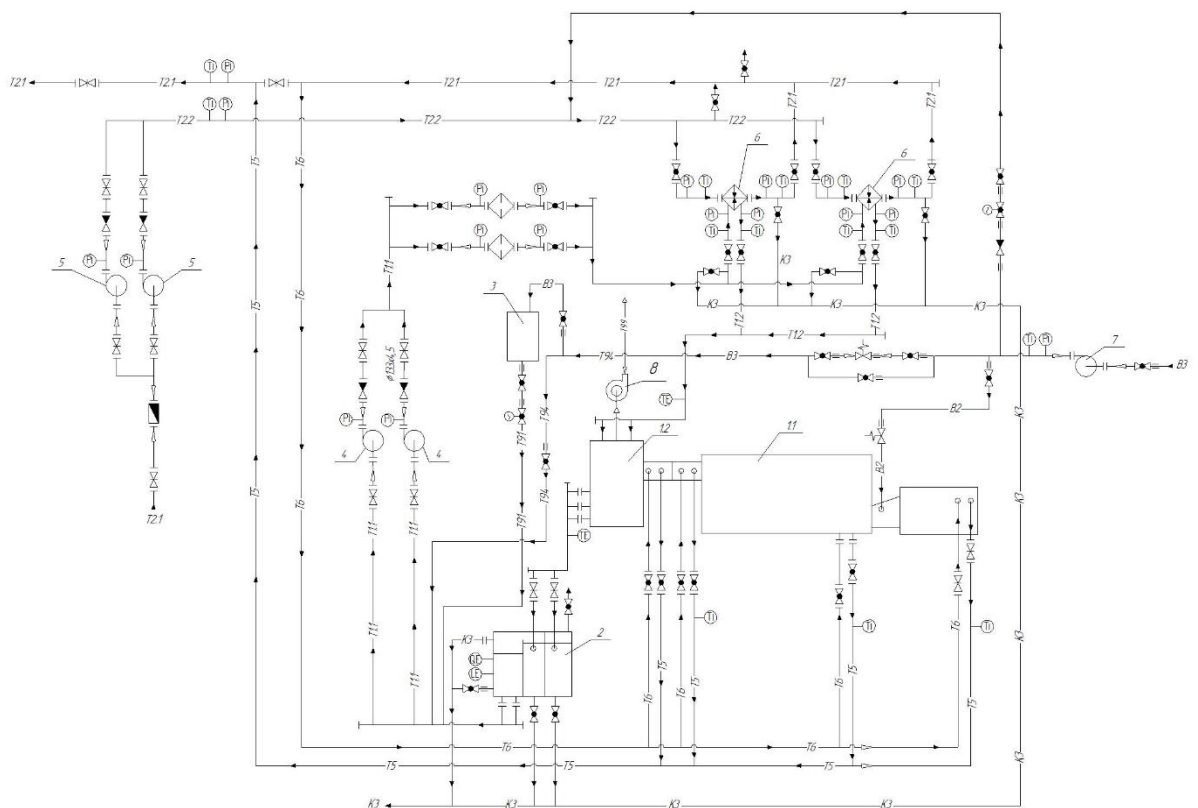
Така кількість теплових втрат обумовлюється високим коефіцієнтом повітрообміну у лабораторіях, що призводить до суттєвого зростання теплової потужності, необхідної на вентиляцію будівлі.

2 ТЕПЛОВА СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ

Одним з найбільш перспективних шляхів зниження вартості теплопостачання є перехід від централізованого теплопостачання до створення локальних опалювальних систем.

Однією із схем, яка дозволяє економити теплову енергію є незалежна схема. При незалежній схемі, система опалення приєднується до теплової мережі через поверхневий пластинчатий підігрівач. Наявність підігрівача у системі принципово дозволяє здійснити більш раціональний режим регулювання. Перевагою такої системи є також відсутність можливості потрапляння гострої мережної води в систему опалення будівлі.

Схема котельні зображена на рис. 1.1.



1 – котел ; 2 – збірний бак ; 3 – бак хім. реагенту ; 4 – насос мережної води 1-го контуру ; 5 – насос мережної води другого контуру ; 6 – пластинчатий теплообмінник; 7 – насос холодної води ; 8 – димосос.

Рисунок 2.1. – Тепломеханічна схема котельні

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Живильна вода за допомогою насосу холодної води 7 подається у виробничий водопровід ВЗ. Вода проходить через бак хім. реагенту 3 і подається у прямий трубопровід першого контуру Т1.1. За допомогою мережного насоса першого контуру 4 вода проходить через сітчатий фільтр і потрапляє до пластинчатих теплообмінників 6. Далі охолоджена вода з температурою 40-57 °С потрапляє до зворотнього трубопроводу першого контуру Т1.2. Зворотнім трубопроводом першого контуру вода потрапляє до котла 1.

Котел складається з бункеру, автоматичної системи подачі палива, топки 1.1 та контактного водонагрівача 1.2. Вода з Т1.2 потрапляє до контактного водонагрівача де контактує з димовими газами та нагрівається до температури 80-85 °С після чого накопичується у збірному баку 2. Димові гази викидаються у атмосферу через димосос 8. Після збірного баку нагріта вода подається до прямого трубопроводу першого контуру.

По зворотньому трубопроводу другого контуру Т2.2 вода після споживача подається до пластинчатих теплообмінників 6 за допомогою мережного насоса другого контуру 5. Після теплообмінників 6, по прямому трубопроводу другого контуру нагріта вода подається до споживача.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1 Вихідні дані до розрахунку

2.1.1 Температура повітря всередині опалювальних приміщень $t_{вн} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$

2.1.2 Температура зовнішнього повітря

перший режим $t_n = t_{p.o.} = -22\text{ }^{\circ}\text{C}$,

другий режим $t_n = t_{cp.x.m.} = -4,7\text{ }^{\circ}\text{C}$,

третій режим $t_n = t_{cp.o.} = -0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.1.3 Максимальний розрахунковий відпуск теплоти на опалення приміщення

$$Q_o = 1,282\text{ МВт}.$$

2.1.4 Максимальна температура прямої мережної води

$$t_{1\max} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

2.1.6 Максимальна температура поворотної мережної води

$$t_{2\max} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

2.1.7 Температура сирої води на вході в котельню

$$T_{13} = 5\text{ }^{\circ}\text{C};$$

2.1.8 Питомий об'єм води в системі тепlopостачання від сумарного відпуску теплоти

$$g_{cyst} = 34 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{МВт}}$$

2.1.9 Коефіцієнт зниження витікання води в системі тепlopостачання

$$K_{вин} = 1$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розрахунок теплової схеми

2.2.1 Коефіцієнт зниження відпуску теплоти на опалення в залежності від температури навколишнього повітря

$$K_o = \frac{t_{вн} - t_{зос}}{t_{вн} - t_{p.o.}} \quad (2.1)$$

$$K_o = \frac{22 + 22}{22 + 22} = 1$$

2.2.2 Температура прямої мережної води другого контуру

$$t_1 = t_{вн} + K_o \cdot (t_{1max} - t_{вн}) \quad (2.2)$$

$$t_1 = 22 + 1 \cdot (70 - 22) = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.2.3 Температура поворотної мережної води другого контуру

$$t_2 = t_{вн} + K_o \cdot (t_{2max} - t_{вн}) \quad (2.3)$$

$$t_2 = 22 + 1 \cdot (40 - 22) = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.2.4 Розрахункова витрата мережної води другого контуру

$$G_o = \frac{Q_o \cdot 10^6}{C_s \cdot (t_1 - t_2)} \quad (2.4)$$

$$G_o = \frac{1,282 \cdot 10^6}{4187 \cdot (70 - 40)} = 10,2 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2.2.5 Розрахункова витрата мережної води другого контуру після мережного насосу

$$G_{мер.2} = G_o \quad (2.5)$$

$$G_{мер.2} = 10,2 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2.2.6 Витрата підживлювальної води на заповнення витікань в тепловій мережі

$$G_{вит} = \frac{0.75}{100 \cdot 3600} \cdot Q_o \cdot g_{сист} \cdot K_{ут} \quad (2.6)$$

$$G_{вит} = \frac{0.75}{100 \cdot 3600} \cdot 1,282 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 1 = 0,09 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2.2.7 Витрата поворотної мережної води другого контуру

$$G_{мер.зв.2} = G_{мер} - G_{вит} \quad (2.7)$$

$$G_{мер.зв.2} = 10,2 - 0,09 = 10,11 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.8 Необхідна кількість працюючих контактних водонагрівачів

$$N_{к.р.}^o = \frac{Q_o}{Q_{\kappa}^{ном}} \quad (2.8)$$

$$N_{к.р.}^o = \frac{1,288}{1,5} = 0,86 \cong 1 \text{ шт. (КВН-1,5)}$$

2.2.9 Процент завантаженості працюючих водогрійних котлів

$$N_{зав.}^{\theta} = \frac{Q_{\kappa}^{\theta}}{N_{к.р.}^o \cdot Q_{\kappa}^{ном}} \cdot 100\% \quad (2.9)$$

$$N_{зав.}^{\theta} = \frac{1,288}{1 \cdot 1,5} \cdot 100\% = 86\%$$

2.3.10 Витрата води, яка проходить через водогрійний котел (визначається за паспортними характеристиками котла)

$$G_{\theta.к.} \text{ (КВН-1,5)} = 38 \dots 55 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

2.3.11 Витрата води, яка проходить через працюючий водогрійний котел

$$G_{\theta.к. \Sigma} = N_{к.р.}^o \cdot \frac{G_{\kappa}^{ном}}{3,6} \quad (2.10)$$

$$G_{\theta.к. \Sigma} = \frac{46}{3,6} = 13 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2.3.12 Температура поворотної мережної води першого контуру

$$t_{\theta к2} = 45^{\circ}\text{C}$$

2.3.13 Температура мережної води першого контуру на виході з водогрійних котлів

$$t_{\theta к1} = 80^{\circ}\text{C}$$

2.3.14 Витрата води від водогрійних котлів у теплову мережу

$$G_{\theta.к.} = G_{\theta.к. \Sigma} = 13 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2.3.15 Загальна витрата мережної води першого контуру перед насосами

$$G_{мер.1} = G_{обр.мер.} + G_{ут} \quad (2.12)$$

$$G_{мер.1} = 13 + 0,09 = 13,09 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Розрахунки для інших режимів зведені в табл. 2.1.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 Результати розрахунку теплової схеми котельні

Найменування величини	Позначення	Одиниця	Значення величини		
Режим			1	2	3
Температура навколишнього повітря	t_n	°C	-22	-4,7	-0,1
Коефіцієнт зниження відпуску теплоти	K_o		1	0,61	0,5
Відпуск теплоти	Q_o	МВт	1,282	0.778	0.644
Температура прямої мережної води другого контуру	t_1	°C	70	51	46
Температура поворотної мережної води другого контуру	t_2	°C	40	33	31
Розрахункова витрата мережної води другого контуру	G_o	$\frac{кг}{с}$	10,2	10,4	10,2
Витрата підживлювальної води	$G_{вит}$	$\frac{кг}{с}$	0,09	0,09	0,09
Витрата поворотної мережної води другого контуру	$G_{мер.зв.2}$	$\frac{кг}{с}$	10,11	10,31	10,1
Витрата мережної води першого контуру	$G_{вк}$	$\frac{кг}{с}$	13	13	13
Температура мережної води на вході у водогрійні котли	$t_{вк.2}$	°C	46,4	40,5	46
Температура мережної води на виході з водогрійних котлів	$t_{вк.1}$	°C	80	62	54

2.4 Висновки

Розрахунок проведений за середніми температурами навколишнього повітря для найбільш холодної п'ятиденки, найбільш холодного місяця, опалювального періоду. Були розраховані температури та витрати води першого і другого контурів котельні. За результатом розрахунку був обраний один твердопаливний котел з контактним водонагрівачем КВН потужністю 1,5 МВт.

3 РОЗРАХУНОК ГОРІННЯ ПАЛИВА І РІЧНА ВИТРАТА ПАЛИВА

Метою розрахунку є визначення об'ємної витрати продуктів згорання та їх густини, витрати палива і нижчої теплоти згорання палива.

3.1 Розрахунок горіння палива

3.1.1 Вихідні дані

Паливо – деревні пелети.

- Хімічний склад горючої маси палива

$$C^F = 51\% ;$$

$$O^F = 42,3\% ;$$

$$H^F = 6,1\% ;$$

$$N^F = 0,6\% ;$$

$$\Sigma = 100\%.$$

- Вміст води в паливі $W^P = 8\%$;

- Зольність палива $A^C = 0,8\%$;

- Вологовміст повітря $d_g = 10 \frac{г}{кг_{с.п.}}$;

- Коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1,3$.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.2 Перерахунок на склад робочого палива

-Зольність палива в перерахунку на робочий склад палива

$$A^P = \frac{A^C \cdot (100 - W^P)}{100}, \quad (3.1)$$

$$A^P = \frac{0,8 \cdot (100 - 8)}{100} = 0,736 \text{ \%}.$$

-Формула для перерахунку і-го компоненту на робочий склад палива

$$X^P = \frac{X^T \cdot (100 - (A^P + W^P))}{100}, \quad (3.2)$$

$$C^P = \frac{51 \cdot (100 - (0,736 + 8))}{100} = 46,5\%,$$

$$O^P = \frac{42,3 \cdot (100 - (0,736 + 8))}{100} = 38,6\%,$$

$$H^P = \frac{6,1 \cdot (100 - (0,736 + 8))}{100} = 5,57\%,$$

$$N^P = \frac{0,6 \cdot (100 - (0,736 + 8))}{100} = 0,55\%.$$

3.1.3 Нижча теплота згоряння палива

$$Q_h^P = 339,5C^P + 1256H^P - 109 \cdot O^P - 25,8 \cdot (9H^P - W^P), \quad (3.3)$$

$$Q_h^P = 339,5 \cdot 46,5 + 1256 \cdot 5,57 - 109 \cdot 38,6 - 25,8 \cdot (9 \cdot 5,57 - 8) = 17488 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

3.1.4 Теоретично необхідна кількість сухого повітря для горіння

$$V_{\text{пов}}^0 = 0,0889C^P + 0,0265H^P - 0,0333O^P, \quad (3.4)$$

$$V_{\text{пов}}^0 = 0,0829 \cdot 46,5 + 0,265 \cdot 5,57 - 0,033 \cdot 38,6 = 4,06 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.5 Теоретично необхідна кількість атмосферного повітря для горіння

$$V_{\text{вол.пов}}^0 = (1 + 0,0016d) \cdot V_{\text{пов}}^0, \quad (3.5)$$

$$V_{\text{вол.пов}}^0 = (1 + 0,0016 \cdot 10) \cdot 4,06 = 4,12 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}.$$

3.1.6 Дійсна необхідна кількість атмосферного повітря для горіння

$$V_{\text{д.пов}}^0 = \alpha \cdot V_{\text{вол.пов}}^0, \quad (3.6)$$

$$V_{\text{д.пов}}^0 = 1,3 \cdot 4,12 = 5,35 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}.$$

3.1.7 Об'єми окремих складових димових газів

$$V_{\text{CO}_2} = 0,0186C^P, \quad (3.7)$$

$$V_{\text{CO}_2} = 0,0186 \cdot 46,5 = 0,84 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}},$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,112H^P + 0,0124W^P + 0,0016dV_{\text{д.пов}}^0,$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,112 \cdot 5,57 + 0,0124 \cdot 8 + 0,0016 \cdot 10 \cdot 5,35 = 0,9 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}},$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,79V_{\text{с.п}} + 0,008N^P,$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot 4,06 \cdot 1,3 + 0,008 \cdot 0,55 = 4,17 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}},$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21(\alpha - 1)V_{\text{пов}}^0,$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot (1,3 - 1) \cdot 4,06 = 0,26 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}.$$

3.1.8 Загальний об'єм димових газів

$$V_{\text{д.г.}} = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{O}_2}, \quad (3.7)$$

$$V_{\text{д.г.}} = 0,84 + 4,17 + 0,9 + 0,26 = 6,17 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3.1.9 Об'ємні частки продуктів згоряння

$$r_i = \frac{V_i^0}{V_{np.зг}^0}, \quad (3.8)$$

$$r_{CO_2} = \frac{0,84}{6,17} = 0,138,$$

$$r_{O_2} = \frac{0,26}{6,17} = 0,042,$$

$$r_{N_2} = \frac{4,17}{6,17} = 0,68,$$

$$r_{H_2O} = \frac{0,9}{6,17} = 0,14.$$

3.1.8 Густина продуктів горіння

$$\rho_{nc} = \sum \rho_i r_i, \quad (3.8)$$

де ρ_i – густина і-го компонента продуктів згоряння

$$\rho_{n.зг} = 0,138 \cdot 1,96 + 0,042 \cdot 1,43 + 0,68 \cdot 1,25 + 0,14 \cdot 0,8 = 1,292 \text{ кг/м}^3.$$

3.1.9 Річна витрата палива

$$B_K = \frac{\sum Q_{pич}}{Q_H^p \cdot \eta_K}, \quad (3.9)$$

де - $\sum Q_{pич}$ - річна витрата теплоти (див. табл. 1.1)

η_K - ККД котла

$$B_K = \frac{9,8 \cdot 10^6}{17,488 \cdot 1,02} = 549\,396 \frac{\text{кг}}{\text{рік}} = \frac{549396}{3600 \cdot 176 \cdot 24} = 0,036 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

3.2 Висновки

У результаті розрахунку були визначені : витрата палива $B_K = 0,036 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$, густина

продуктів згорання палива $\rho_{n.зг} = 1,292 \text{ кг/м}^3$, загальний об'єм димових газів $V_{0.зг}^0 = 6,17$

$\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$, кількість повітря , необхідного для горіння $V_{0.пов}^0 = 5,35 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРАХУНОК ДИМОВОЇ ТРУБИ

Для забезпечення процесу згоряння палива в котлоагрегаті необхідно забезпечити постійну подачу повітря в топку котла і відведення продуктів згоряння в навколишнє середовище. Зовнішня сила, дія якої забезпечує надходження повітря в топкову камеру при одночасному русі газоподібних продуктів горіння по газоходу та димової трубі називається тягою. Розрізняють штучну і природну тягу. Штучна тяга забезпечується димосом, а природна – димарем. Дія димової труби заснована на законі сполучених посудин. Вага атмосферного повітря більше ваги такого ж стовпа гарячих продуктів згоряння в димарі. Внаслідок цього, зовнішній холодне повітря надходить у топку, а гарячі продукти горіння видаляються через димову трубу.

Тяга, створювана димарем залежить від висоти труби і різниці густини атмосферного повітря та продуктів горіння. Природна тяга буде тим більше, чим нижче температура атмосферного повітря, вище температура продуктів горіння, барометричний тиск і більше висота димової труби.

4.1 Розрахунок газового тракту

Схема газового тракту зображена на рис. - 4.1.

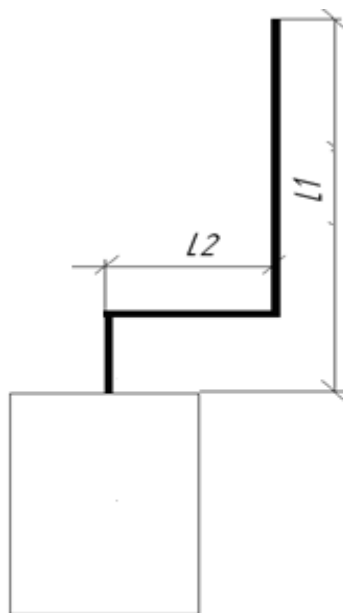


Рисунок 4.1 – Схема газового тракту

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1.1 Вихідні дані

- кількість контактних водонагрівачів $n_k=1$ шт;
- витрата палива $B_p=130$ кг/год $=0,036$ кг/с;
- температура димових газів на виході з водонагрівача $t_{\text{ПГС}}=60$ °С;
- об'єм димових газів $V_{\Gamma}=6,17$ м³/кг ;
- об'єм повітря $V_{\Pi}=5,35$ м³/кг.

4.1.2 Дійсна витрата димових газів

$$V = (V_{\varepsilon}^o + (\alpha - 1) \cdot V_n^o) \cdot B \cdot \frac{(273 + t_{yx})}{273}, \quad (4.1)$$

$$V_d = (6,17 + (1,3 - 1) \cdot 5,35) \cdot 0,036 \cdot \frac{(273 + 60)}{273} = 0,34 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Приймаю газоход круглого перетину з внутрішнім діаметром 222 мм. Тоді площа перетину $F = \frac{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,22^2}{4} = 0,037 \text{ м}^2$.

Густина та коефіцієнт кінематичної в'язкості продуктів згорання при температурі $t_{\text{ПГС}}=60$ °С відповідно $\rho=1,088$ кг/м³ і $\nu=17,8 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

4.1.2 Ділянка L_2 (від вихідного патрубку котла до місця з'єднання газоходу з димарем)

- Швидкість руху продуктів згорання

$$w_{1-3} = \frac{V}{F} = \frac{0,34}{0,037} = 9,18 \text{ м/с}. \quad (4.2)$$

- Число Рейнольдса для газового потоку

$$\text{Re}_{1-3} = \frac{w_{1,3} \cdot d_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{9,18 \cdot 0,35}{17,8 \cdot 10^{-6}} = 174537.$$

Отже режим руху продуктів згорання турбулентний ($\text{Re} > 10^4$).

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Коефіцієнт опору тертя

$$\lambda_{1-3} = 0,11 \cdot \left(\frac{K_{\text{э}}}{d_{\text{вн}}} + \frac{68,5}{\text{Re}_{1-3}} \right)^{0,25} \quad (4.3)$$

де $K_{\text{э}}$ - абсолютна еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні газоходу; для сталевих газоходу $K_{\text{э}} = 0,1$ мм.

$$\lambda_{1-3} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,001}{0,35} + \frac{68,5}{174537} \right)^{0,25} = 0,027.$$

- Питомий аеродинамічний опір тертя

$$R_{1-3} = \frac{\lambda_{1-3}}{d_{\text{вн}}} \cdot \frac{\rho \cdot w_{1-3}^2}{2} = \frac{0,027}{0,35} \cdot \frac{1,088 \cdot 9,18^2}{2} = 3,54 \text{ Па/м.}$$

- Довжина ділянки L_2

$$L_2 = 1,2 \text{ м.}$$

- Втрати тиску на місцеві опори

$$Z_{1-3} = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot w_{1-3}^2}{2}, \quad (4.4)$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору.

На ділянці L_2 присутні такі місцеві опори:

- поворот на 90° (1 шт) – $\xi_{\text{пов}} = 1,0$.

$$Z_{1-3} = 1 \cdot \frac{1,088 \cdot 9,18^2}{2} = 46,14 \text{ Па.}$$

Тоді аеродинамічний опір ділянки L_2

$$\Delta P_1 = R_1 \cdot L_1 + Z_1 = 3,54 \cdot 1,2 + 46,14 = 50,4 \text{ Па.}$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Розрахунок опору димаря

Для видалення продуктів згорання палива передбачається тонкостінний неіржавіючий димар, діаметром $d_{BH}=222$ мм, висота труби – $H=35$ м. Ізоляція димаря – не передбачається.

Зміну температури димових газів по ходу димаря приймаю $\Delta t=1$ °С/м. Тоді температура продуктів згорання на виході з димаря

$$t''_{\text{пгс}} = t'_{\text{пгс}} - \Delta t \cdot (H - H_{\text{котла}}), \quad (4.5)$$

де $H_{\text{котла}}$ – висота котла встановленого на рамі $H_{KBH}=4$ м.

$$t''_{\text{г}} = 60 - 1 \cdot (35-4) = 29 \text{ °С}$$

- Середня температура димових газів

$$t_z = \frac{t'_z + t''_z}{2} = \frac{60 + 29}{2} = 44,5 \text{ °С}$$

Густина і кінематична в'язкість продуктів згорання при температурі $t_z=44,5$ °С відповідно $\rho = 1,130$ кг/м³ і $\nu = 16,64 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

- Площа перетину димової труби

$$F = \frac{\pi \cdot d_{BH}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,22^2}{4} = 0,037 \text{ м}^2.$$

Тоді швидкість руху продуктів згорання

$$w = \frac{V}{F} = \frac{0,34}{0,037} = 9,18 \text{ м/с}.$$

Оптимальна швидкість димових газів на виході з труби вибирається з умов доцільного їх викиду на необхідну висоту (при природній тязі швидкість $w = 10 \dots 15$ м/с), а мінімальна швидкість – з умов неприпустимості затримки вітром продуктів згорання в трубі (задування), не повинна бути менше 3 м/с. Швидкість газів в димовій трубі задовільняє умовам.

- Число Рейнольдса для газового потоку

$$\text{Re}_{1-3} = \frac{w_{1,3} \cdot d_{BH}}{\nu} = \frac{9,18 \cdot 0,35}{17,8 \cdot 10^{-6}} = 174537.$$

Таким чином режим руху продуктів згорання турбулентний ($\text{Re} > 10^4$).

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- Коефіцієнт опору тертя

$$\lambda_{1-3} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,001}{0,22} + \frac{68,5}{174537} \right)^{0,25} = 0,027.$$

- Питомий аеродинамічний опір тертя

$$R = \frac{0,027}{0,35} \cdot \frac{1,088 \cdot 9,18^2}{2} = 3,54 \text{ Па/м.}$$

Місцеві опори в димовій трубі відсутні.

- Аеродинамічний опір димової труби:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{д.тр}} &= R \cdot (H - H_{\text{квн}} + l_2) + Z, \\ \Delta P_{\text{д.тр}} &= 3,54 \cdot (35 - 4 + 1,2) + 0 = 114 \text{ Па.} \end{aligned} \quad (4.6)$$

- Загальний аеродинамічний опір газового тракту з димарем

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{общ}} &= \Delta P_{1-2} + \Delta P_{\text{д.тр.}} \\ \Delta P_{\text{общ}} &= 50,4 + 114 = 164,4 \text{ Па.} \end{aligned}$$

4.3 Розрахунок самотяги димової труби

Самотяга димової труби розраховується за формулою

$$S = H \cdot \left(\rho_{\text{в}} \cdot \frac{273}{273 + t_{\text{в}}} - \rho_{\text{г}} \cdot \frac{273}{273 + t_{\text{г}}} \right) \cdot \frac{B}{760}, \quad (4.7)$$

де $t_{\text{в}}$ – середня температура зовнішнього повітря в літній період, $t_{\text{в}} = 24^\circ\text{C}$;

$t_{\text{г}}$ – середня температура продуктів згорання;

$\rho_{\text{в}}$ – густина атмосферного повітря при середній температурі зовнішнього повітря, $\rho_{\text{в}} = 1,185 \text{ кг/м}^3$;

$\rho_{\text{г}}$ – густина продуктів згорання при температурі $t_{\text{пгс}} = 40^\circ\text{C}$, $\rho_{\text{г}} = 1,157 \text{ кг/м}^3$;

B – барометричний тиск, $B = 745 \text{ мм вод.ст.}$

$$S = 35 \cdot \left(1,185 \cdot \frac{273}{273 + 23,7} - 1,157 \cdot \frac{273}{273 + 43,9} \right) \cdot \frac{600}{760} = 2,59 \text{ кгс/м}^2 = 25,9 \text{ Па.}$$

Отже, самотяги не достатньо для видалення продуктів згорання, тому є необхідність в установці димососу.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Розрахунок розсіювання шкідливих викидів в атмосферу

- Витрата оксидів азоту

$$M_{NO} = K_{NO_x} \cdot B \cdot Q_n^p \cdot (1 - \beta) \quad (4.8)$$

де K_{NO} – коефіцієнт, залежний від теплової потужності котла і виду палива;

$$K_{NO_x} = 0,16^{K_2} / \text{ГДж} = 16 \cdot 10^{-8} \text{ з} / \text{Дж}$$

$Q_n^p = 17,488$ МДж/кг- з розрахунку горіння палива;

β - коефіцієнт, що враховує зниження викидів оксидів азоту;

$\beta = 0,4$;

$$M_{NO} = 16 \cdot 10^{-8} \cdot 0,036 \cdot 17488 \cdot (1 - 0,4) = 6,04 \cdot 10^{-5} \text{ г/с.}$$

- Секундний викид оксидів вуглецю

$$M_{CO} = K_{CO} \cdot B \cdot Q_n^p \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right)$$

де K_{CO} - коефіцієнт залежний від типу топки і виду палива;

для КВН $K_{CO} = 0,5$ кг/ГДж = $0,5 \cdot 10^{-6}$ г/Дж

q_4 - втрати теплоти від механічного недопалювання; при спалюванні природного газу $q_4 = 2$ %.

$$M_{CO} = 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,036 \cdot 17488 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3,08 \cdot 10^{-4} \text{ г/с.}$$

- Розрахунковий викид шкідливих речовин з димаря

$$M = M_{NO} + M_{CO} = 3,684 \cdot 10^{-4} \text{ г/с.}$$

- Мінімальна висота димаря, що задовольняє умовам розсіювання шкідливих викидів в атмосферу

$$H = \sqrt{A \cdot n \cdot m \cdot \left(\frac{M_{NO}}{\text{ГДж}_{NO}} + \frac{M_{CO}}{\text{ГДж}_{CO}} \right) \cdot \sqrt[3]{\frac{z}{V \cdot \Delta t}}} \quad (4.9)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від температурної стратифікації, для території України $A=160$;

n і m – коефіцієнти, які враховують умови виходу димових газів з гирла труби; при швидкості продуктів згорання на виході з димаря $w=10 \div 15$ м/с $m=1$ і $n=1$;

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ГДК – гранично допустима концентрація шкідливих речовин; згідно СН 245-71 для оксидів азоту(NO) ГДК=0,085 мг/м³, для оксидів вуглецю (CO) – ГДК=1,0 мг/м³;

z – кількість димарів $z=1$;

V – витрата димових газів, м³/с;

Δt - різниця між температурою шкідливих речовин, які викидаються, і середньою температурою найбільш теплого місяця опівдні, °С

$$H = \sqrt{160 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,308}{1,0} + \frac{0,0604}{0,085} \right)} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{0,34 \cdot (27,8 - 25,1)}} = 12,9 \text{ м.}$$

Обрана висота димаря $H = 35$ м задовільняє умовам розсіювання шкідливих викидів.

4.5 Висновки

Для видалення продуктів згорання палива був обраний тонкостінний неіржавіючий димар, діаметром $d_{\text{вн}}=222$ мм, висота труби – $H=35$ м. Ізоляція димаря – не передбачається. Було визначено , що самотяги димаря не достатньо для видалення відомих газів з котла , тому є необхідність в установці димососу.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВІДІВ

Розрахунок трубопроводів є одним з найважливіших розділів проектування і експлуатації трубопроводів.

Метою розрахунку є визначення діаметрів трубопроводів, визначення втрат тиску, а в деяких випадках може бути поставлена задача визначення пропускної здатності трубопроводів при відомому діаметрі і при відомій втраті тиску.

За результатами гідравлічного розрахунку визначають необхідні характеристики насосів, необхідна кількість і тип труб, розробляють режими експлуатації.

5.1 Трубопроводи підживлювальної води

5.1.1 Вхідні дані:

- витрата підживлювальної води, яка надходить в мережу $G_{\text{підж.}} = 0,09 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$;
- витрата води на протипожежний трубопровід $G_{\text{Пож.}} = 2,5 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$;
- густина підживлювальної води $\rho_{\text{підж.}} = f(t = 5^\circ\text{C}) = 999,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
- довжина розрахункових ділянок: $l_{(1-4)} = 3 \text{ м}$, $l_{(4-5)} = 0,4 \text{ м}$, , $l_{(2-3)} = 11,7 \text{ м}$.

5.1.2 Подача підживлювальної води

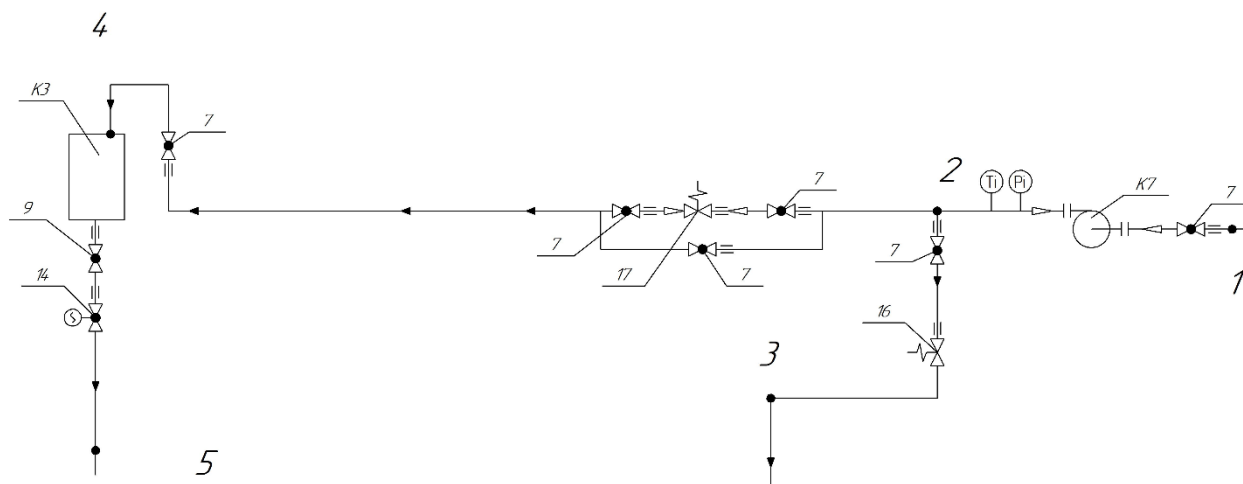
$$V_{\Sigma \text{підж.}} = \frac{G_{\Sigma \text{підж.}}}{\rho_{\text{підж.}}} \cdot 3600, \quad (5.1)$$

$$V_{\Sigma \text{підж.}} = \frac{2,5 + 0,09}{999,8} \cdot 3600 = 9,33 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

5.1.3 Приймаю швидкість руху води на ділянках $w_g = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Схема трубопроводів підживлювальної води та протипожежного трубопроводу показана на рис. 5.1.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



К7 – насос підживлювальної води ; 7,9 – запірна арматура ;
 16,17 – клапан запірний електромагнітний ; 14 – кран кульовий з електроприводом ;
 К3 – бак хім. Реагенту .

Рисунок 5.1 – Схема трубопроводів підживлювальної води

5.1.4 Діаметри трубопроводів

З рівняння нерозривності

$$V = w_g \cdot f , \quad (5.2)$$

де V - об'ємна витрата води, м³/с;

w_g - швидкість води, м/с;

f - площа поперечного перерізу трубопроводу, м².

Враховуючи, що $f = \frac{\pi \cdot d}{4}$ знаходжу вираз для визначення внутрішнього трубопроводу $d_{\text{вн}}$, м.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_g \cdot 3600}}, \quad (5.3)$$

а) Діаметр трубопровода

$$d_{\text{вн}}^{(1-5)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,33}{3,14 \cdot 1 \cdot 3600}} = 0,047 \text{ м.}$$

5.1.4 Приймаю заокруглені розрахункові зовнішні діаметри з стандартного ряду ГОСТ 8732-78 труби сталіні:

$$d_3^{(1-5)} = 50 \times 3,5 \text{ мм.}$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

5.1.5 Дійсна швидкість руху води

$$w_{\text{с}} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2} \quad , \quad (5.4)$$

а) На ділянці 1-2

$$w_{\text{с}} = \frac{4 \cdot 9,33}{3,14 \cdot 3600 \cdot 0,043^2} = 1,8 \text{ м/с.}$$

5.1.6 Число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{d_{\text{вн}} \cdot w_{\text{вн}}}{\nu} \quad , \quad (5.5)$$

де ν - коефіцієнт кінематичної вязкості $\nu = f(t = 5^\circ\text{C}) = 1,547 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$.

а) На ділянці 1-4

$$\text{Re}^{1-4} = \frac{0,043 \cdot 1,8}{1,547 \cdot 10^{-6}} = 50032$$

5.1.7 Коефіцієнт опору тертя

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{K_{\text{э}}}{d_{\text{вн}}} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \quad , \quad (5.6)$$

де $K_{\text{э}}$ - абсолютна еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні. $K_{\text{э}} = 0,1 \text{ мм}$.

а) На ділянці 1-4

$$\lambda^{1-4} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{43} + \frac{68}{50032} \right)^{0,25} = 0,027 \quad .$$

5.1.7 Питомі втрати тиску на тертя

$$R = n \cdot \lambda \cdot \frac{\rho \cdot w_{\text{с}}^2}{2} \cdot \frac{1}{d_{\text{вн}}} \quad , \quad (5.7)$$

де n – коефіцієнт шорстоксті сталевих труб, $n=1$.

а) На ділянці 1-4

$$R^{1-4} = 1 \cdot 0,027 \cdot \frac{999,8 \cdot 1,8^2}{2} \cdot \frac{1}{0,043} = 1017 \frac{\text{Па}}{\text{м}} \quad .$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1.9 Втрати тиску на місцеві опори

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot w_6^2}{2} \quad , \quad (5.8)$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору.

На ділянці (2-3) присутні такі місцеві опори: кран кульовий Ду50 (1 шт.) – 0,2 кПа , кран запірний електромагнітний Ду50 (1 шт.) – 0,2 кПа , поворот на 90° (2 шт.) - $\xi_{пов} = 1$, поворотна засувка Ду32 – (2шт.) – 0,1 кПа, сітчастий фільтр Ду125 (1шт) – 3 кПа, витратомір Ду50 (1шт.) – 0,25 кПа.

На ділянці (1-4) присутні такі місцеві опори: кран кульовий Ду50 (1 шт.) – 0,2 кПа , кран кульовий з електроприводом електромагнітний Ду50 (1 шт.) – 0,2 кПа , витратомір Ду50 (1шт.) – 0,25 кПа , поворот на 90° (1 шт.) - $\xi_{пов} = 1$.

На ділянці (4-5) присутні такі місцеві опори: кран кульовий Ду50 (1 шт.) – 0,2 кПа , кран запірний електромагнітний Ду50 (1 шт.) – 0,2 кПа ; бак хім. реагенту (1 шт.) – 0,5 кПа.

а) На ділянці 2-3

$$Z^{2-3} = 200 + 200 + 2 \cdot \frac{999,8 \cdot 1,8^2}{2} = 3640 \text{ Па} .$$

б) На ділянці 1-4

$$Z^{1-4} = 200 + 200 + 250 + 1 \cdot \frac{999,8 \cdot 1,8^2}{2} = 3890 \text{ Па} .$$

в) На ділянці 4-5

$$Z^{4-5} = 200 + 200 + 500 = 900 \text{ Па} .$$

5.1.10 Втрати тиску

$$\Delta P_{mp} = \sum_{i=1}^n (R \cdot l + Z) \quad , \quad (5.9)$$

де l – довжина розрахункової ділянки.

а) На ділянці 2-3

$$\Delta P_{mp}^{2-3} = 3640 + 11,7 \cdot 1017 = 15539 \text{ Па} .$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) На ділянці 1-4

$$\Delta P_{mp}^{1-4} = 3890 + 3 \cdot 1017 = 6941 \text{ Па}.$$

в) На ділянці 4-5

$$\Delta P_{mp}^{4-5} = 900 + 0,4 \cdot 1017 = 1307 \text{ Па}.$$

5.1.11 Сумарні втрати тиску

$$\Delta P_{mp} = \Delta P_{mp}^{1-4} + \Delta P_{mp}^{4-5} + \Delta P_{mp}^{2-3}, \quad (5.10)$$

$$\Delta P_{mp} = 15539 + 6941 + 1307 = 23787 \text{ Па}$$

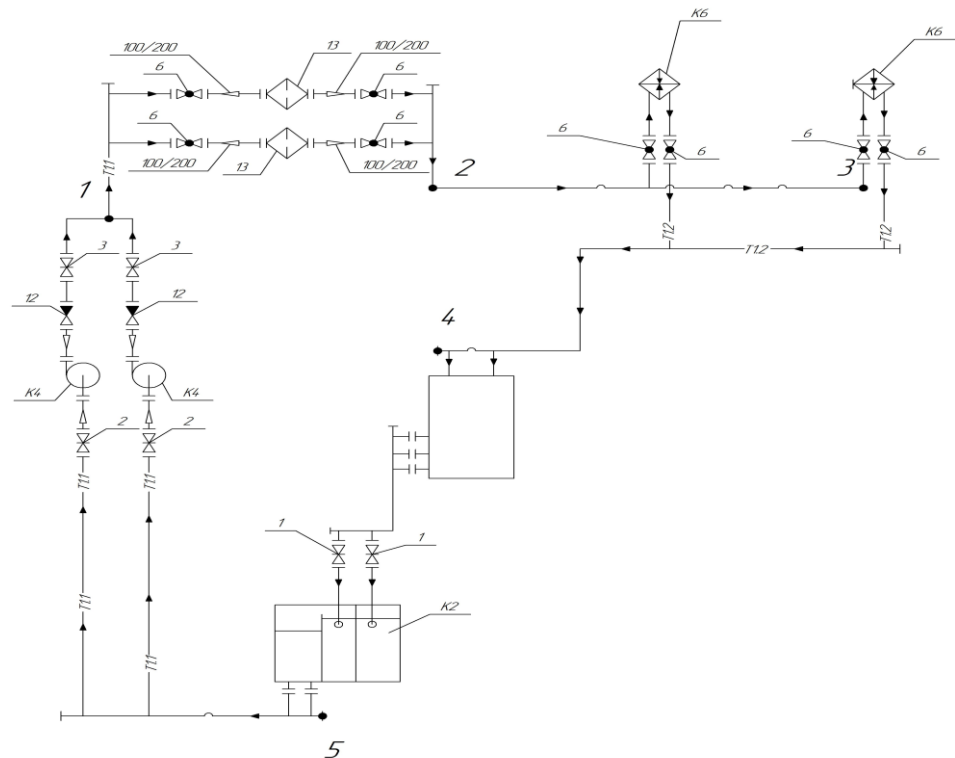
5.1.12 Необхідний напір холодної води на вході в котельню

$$H_{підж} = (H \cdot g \cdot \rho + \Delta P_{mp}) \cdot 10^{-6} + H_{хол} \quad (5.11)$$

$$H_{підж} = (1 \cdot 9,8 \cdot 999,8 + 23787) \cdot 10^{-6} + 0,0242 = 0,058 \text{ МПа} = 5,8 \text{ м. вод. ст.}$$

5.2 Перший контур руху теплоносія

Схема розташування трубопроводів першого контуру зображена на рис. 5.2.



K4 – насос мережної води першого контуру; 7,3,12,2,1,6 – запірна арматура ;
13 фільтр сітчатий ; K6 – теплообмінники опалення ; K2 – накопичувальний бак ,
K1.2 – контактний водонагрівач.

Рисунок 5.2 – Схема розташування трубопроводів першого контуру

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

5.2.1 Вихідні дані

- витрата мережної води I контура $G_{\text{мер}}^1 = 13 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$;

- густина мережної води

$$\rho_2 = f(t = 45^\circ\text{C}) = 989,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \rho_1 = f(t = 80^\circ\text{C}) = 971,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

- довжина трубопроводів $l_{1-2} = 2,72 \text{ м}$, $l_{2-3} = 1,48 \text{ м}$, $l_{3-4} = 11,4 \text{ м}$, $l_{4-5} = 1 \text{ м}$.

5.2.2 Подача мережних насосів

$$V_{\text{мер}} = \frac{G_{\text{мер}}}{\rho} \cdot 3600, \quad (5.12)$$

$$V_{\text{мер}} = \frac{13}{971,8} \cdot 3600 = 47 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

5.2.3 Приймаю швидкість води в трубопроводі на ділянках: $w_{\text{с}} = 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

5.2.4 Діаметри трубопроводів

$$d_{\text{с}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 47}{3,14 \cdot 0,7 \cdot 3600}} = 0,154;$$

Приймаю заокруглені розрахункові зовнішні діаметри з стандартного ряду ГОСТ 10704-76 труби сталеві електрозварні прямошовні:

$$d_{\text{н}} = 159 \times 6 \text{ мм}.$$

5.2.5 Дійсна швидкість

$$w_{\text{с}}^{7-8} = w_{\text{с}} = \frac{4 \cdot 47}{3,14 \cdot 3600 \cdot 0,147^2} = 0,77 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.6 Число Рейнольдса за (5.5)

Коефіцієнт кінематичної вязкості

$$\nu_1 = f(t = 80^\circ C) = 0,365 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}};$$

$$\nu_2 = f(t = 45^\circ C) = 0,609 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}.$$

а) На ділянці (5-3)

$$\text{Re}^{5-3} = \frac{0,77^2 \cdot 0,147}{0,365 \cdot 10^{-6}} = 238784;$$

б) На ділянці (3-4)

$$\text{Re}^{3-4} = \frac{0,77^2 \cdot 0,147}{0,609 \cdot 10^{-6}} = 143113.$$

5.2.7 Коефіцієнт опору тертя за (5.6)

а) На ділянці (5-3)

$$\lambda^{5-3} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{147} + \frac{68}{238784} \right)^{0,25} = 0,019;$$

б) На ділянці (3-4)

$$\lambda^{3-4} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{147} + \frac{68}{143113} \right)^{0,25} = 0,02.$$

5.2.8 Питомі втрати тиску на тертя за (5.7)

а) На ділянці (5-3)

$$R^{5-3} = 0,019 \cdot \frac{971,8 \cdot 0,77^2}{2} \cdot \frac{1}{0,147} = 37 \frac{\text{Па}}{\text{м}};$$

б) На ділянці (3-4)

$$R^{3-4} = 0,02 \cdot \frac{989,6 \cdot 0,77^2}{2} \cdot \frac{1}{0,147} = 38 \frac{\text{Па}}{\text{м}};$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.9 Втрати тиску на місцеві опори

На ділянці (1-2) присутні такі місцеві опори: поворот на 90° (1 шт.) - $\xi_{пов} = 1$, клапан зворотній Ду100 – 0,9 кПа, засувка дискова поворотна Ду125 – 0,25 кПа, кран кульовий (2 шт.) Ду100 – 0,2 кПа, фільтр Ду200 (1шт) – 1,5 кПа.

На ділянці (2-3) присутні такі місцеві опори: кран кульовий кульовий (4 шт.) Ду100 – 0,2 кПа, теплообмінник пластинчатий (2 шт.) має гідравлічний опір по гріючій та нагріваючій частині – 49,68 кПа і 16,94 кПа відповідно.

На ділянці (3-4) присутні такі місцеві опори: поворот на 90° (2 шт.) - $\xi_{пов} = 1$.

На ділянці (4-5) присутні такі місцеві опори: , засувка дискова поворотна (2 шт.) Ду125 – 0,25 кПа, контактний водонагрівач - 6,7 кПа .

На ділянці (5-1) присутні такі місцеві опори: засувка дискова Ду150 (2 шт.) - 0,25 кПа.

а) На ділянці (1-2)

$$Z^{1-2} = 1 \cdot \frac{971,8 \cdot 0,77^2}{2} + 900 + 250 + 200 + 200 + 1500 = 1838 \text{ Па} ;$$

б) На ділянці (2-3)

$$Z^{2-3} = 800 + 49680 \cdot 2 = 100160 \text{ Па} ;$$

в) На ділянці (3-4)

$$Z^{3-4} = 2 \cdot \frac{971,8 \cdot 0,77^2}{2} = 576 \text{ Па} ;$$

г) На ділянці (4-5)

$$Z^{4-5} = 250 + 250 + 6700 = 7200 \text{ Па} ;$$

д) На ділянці (5-1)

$$Z^{5-1} = 250 \text{ Па} .$$

5.2.11 Втрата тиску першого контуру

а) На ділянці (1-2)

$$\Delta P_{тр}^{1-2} = 1838 + 2,72 \cdot 37 = 1938 \text{ Па} ;$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) На ділянці (2-3)

$$\Delta P_{mp}^{2-3} = 100160 + 1,48 \cdot 3,8 = 100166 \text{ Па} ;$$

г) На ділянці (3-4)

$$\Delta P_{mp}^{3-4} = 576 + 11,4 \cdot 38 = 1009 \text{ Па} ;$$

д) На ділянці (4-5)

$$\Delta P_{mp}^{4-5} = 7200 + 37 \cdot 1 = 7237 \text{ Па} ;$$

е) На ділянці (5-1)

$$\Delta P_{mp}^{5-1} = 250 \text{ Па} .$$

5.2.13 Загальні втрати тиску в першому контурі

$$\Delta P_{mp1} = \Delta P_{mp}^{1-2} + \Delta P_{mp}^{2-3} + \Delta P_{mp}^{4-5} + \Delta P_{mp}^{5-1} , \quad (5.20)$$

$$\Delta P_{mp1} = 1938 + 100166 + 1009 + 7237 + 250 = 110600 .$$

5.2.14 Необхідний напір мережного насоса першого контуру

$$H_1 = (H \cdot g \cdot \rho_1 + \Delta P_{mp1}) \cdot 10^{-6} , \quad (5.21)$$

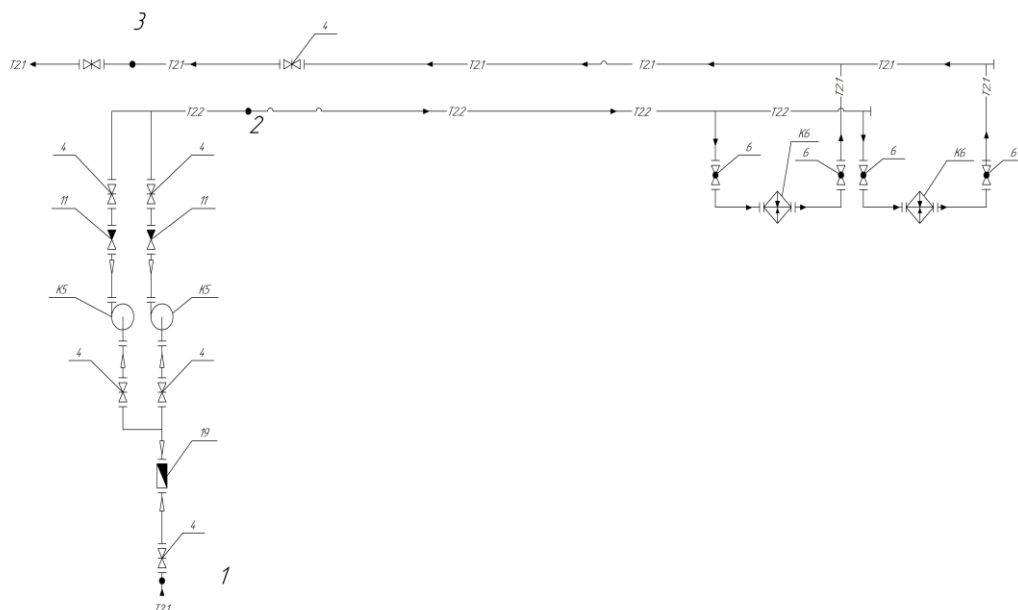
де H - висота на яку потрібно підняти стовб рідини, м.

$$H_1 = (4,5 \cdot 9,8 \cdot 971,8 + 110600) \cdot 10^{-6} = 0,15 \text{ МПа} = 15 \text{ м.вод.ст.}$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3 Другий контур руху теплоносія

Схема розташування трубопроводів другого контуру зображена на рис. 5.3.



K5 – насос мережної води другого контуру; 4,11,6– запірні арматури ;
19 лічильник води ; K6 – теплообмінники опалення.

Рисунок 5.3 – Схема розташування трубопроводів другого контуру

5.3.1 Вихідні дані

- витрата мережної води другого контуру $G_{мер} = 10,2 \frac{кг}{с}$;

- густина мережної води

$$\rho_2 = f(t = 45^{\circ}C) = 989,6 \frac{кг}{м^3},$$

$$\rho_1 = f(t = 70^{\circ}C) = 977,8 \frac{кг}{м^3};$$

- довжина трубопроводів $l_{1-2} = 9,5$ м , $l_{2-3} = 8,32$ м .

5.3.2 Подача мережних насосів

$$V_{мер} = \frac{G_{мер}}{\rho} \cdot 3600, \quad (5.22)$$

$$V_{мер} = \frac{10,2}{977,8} \cdot 3600 = 38 \frac{м^3}{год}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.3 Приймаю швидкість води в трубопроводі на ділянках: $w_g = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

5.3.4 Діаметри трубопроводів

$$d_g = \sqrt{\frac{4 \cdot 37}{3,14 \cdot 1,2 \cdot 3600}} = 0,104.$$

Приймаю заокруглені розрахункові зовнішні діаметри з стандартного ряду ГОСТ 10704-76 труби сталеві електрозварні прямошовні:

$$d_n = 108 \times 4 \text{ мм}.$$

5.3.6 Дійсна швидкість

$$w = \frac{4 \cdot 38}{3,14 \cdot 3600 \cdot 0,1^2} = 1,34 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

5.3.6 Число Рейнольдса за (5.5)

Коефіцієнт кінематичної вязкості:

$$\nu_1 = f(t = 70^\circ\text{C}) = 0,415 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}};$$

$$\nu_2 = f(t = 45^\circ\text{C}) = 0,609 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}.$$

а) На ділянці (1-2)

$$\text{Re}^{1-2} = \frac{1,34^2 \cdot 0,1}{0,609 \cdot 10^{-6}} = 294844;$$

б) На ділянці (2-3)

$$\text{Re}^{2-3} = \frac{1,34^2 \cdot 0,1}{0,415 \cdot 10^{-6}} = 432674.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.7 Коефіцієнт опору тертя за (5.6)

а) На ділянці (1-2)

$$\lambda^{1-2} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{100} + \frac{68}{294844} \right)^{0,25} = 0,02 ;$$

б) На ділянці (2-3)

$$\lambda^{2-3} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{100} + \frac{68}{432674} \right)^{0,25} = 0,021 ;$$

5.3.8 Питомі втрати тиску на тертя за (5.7)

а) На ділянці (1-2)

$$R^{1-2} = 0,02 \cdot \frac{989,6 \cdot 1,34^2}{2} \cdot \frac{1}{0,1} = 178 \frac{\text{Па}}{\text{м}} ;$$

б) На ділянці (3-4)

$$R^{2-3} = 0,021 \cdot \frac{977,8 \cdot 1,34^2}{2} \cdot \frac{1}{0,1} = 184 \frac{\text{Па}}{\text{м}} .$$

5.3.9 Втрати тиску на місцеві опори

На ділянці (1-2) присутні такі місцеві опори: поворот на 90° (4 шт.) - $\xi_{\text{пов}} = 1$, клапан зворотній Ду125 – 0,9 кПа, засувка дискова поворотна (3 шт.) Ду100 – 0,25 кПа , лічильник витрати води (1 шт.) – 0,15 кПа.

На ділянці (2-3) присутні такі місцеві опори: засувка дискова поворотна (2 шт.) Ду100 – 0,25 кПа ; кран кульовий кульовий (4 шт.) Ду100 – 0,2 кПа, поворот на 90° (4 шт.) - $\xi_{\text{пов}} = 1$, теплообмінник пластинчатий (2 шт.) має гідравлічний опір по гріючій та нагріваючій частині – 49,68 кПа і 16,94 кПа відповідно.

а) На ділянці (1-2)

$$Z^{1-2} = 900 + 3 \cdot 250 + 3 \cdot \frac{989,6 \cdot 1,34^2}{2} = 4315 \text{ Па} ;$$

в) На ділянці (2-3)

$$Z^{2-3} = 3 \cdot \frac{977,8 \cdot 1,34^2}{2} + 500 + 800 + 16940 \cdot 2 = 37813 \text{ Па} .$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.10 Втрати тиску першого контуру

а) На ділянці (1-2)

$$\Delta P_{mp}^{1-2} = 4315 + 9,5 \cdot 178 = 6006 \text{ Па} ;$$

б) На ділянці (2-3)

$$\Delta P_{mp}^{2-3} = 37813 + 8,32 \cdot 184 = 39343 \text{ Па} .$$

5.3.13 Загальні втрати тиску

$$\Delta P_{mp2} = \Delta P_{mp}^{1-2} + \Delta P_{mp}^{2-3} , \quad (5.22)$$

$$\Delta P_{mp2} = 6006 + 39343 = 45349 \text{ Па} .$$

5.3.11 Необхідний напір мережного насоса

$$H_2 = (H \cdot g \cdot \rho_1 + \Delta P_{mp1}) \cdot 10^{-6} , \quad (5.23)$$

де H - висота на яку потрубно підняти стовб рідини, м.

$$H_2 = (1,5 \cdot 9,8 \cdot 989,6 + 45349) \cdot 10^{-6} = 0,06 \text{ МПа} = 6 \text{ м.вод.ст.}$$

5.4 Висновки

За результатами розрахунків були визначені втрати тиску трубопроводів підживлювальної води - $\Delta P_{mp} = 23787 \text{ Па}$, першого контуру - $\Delta P_{mp1} = 110600 \text{ Па}$ та другого контуру - $\Delta P_{mp2} = 45349 \text{ Па}$ котельні. Були обрані діаметри труб трубопроводів для підживлення $d_3 = 50 \times 3,5 \text{ мм}$, першого контуру $d_n = 159 \times 6 \text{ мм}$, другого контуру $d_n = 108 \times 4 \text{ мм}$ котельні. Визначений необхідний напір насоса підживлення $H_{підж} = 5,8 \text{ м.вод.ст.}$, першого контуру $H_1 = 15 \text{ м.вод.ст.}$, другого контуру $H_2 = 6 \text{ м.вод.ст.}$ котельні.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ВОДОПІДГОТОВКА В КОТЕЛЬНІ

6.1 Робота контактного водонагрівача на хімічно не очищеній воді

В контактно-поверхневих водонагрівачах можливий нагрів жорстких і артезіанських вод без попереднього зм'якшування.

При нагріві до 100°C з води можуть випадати у вигляді накипу і шламу тільки солі карбонатної жорсткості. Некарбонатні солі випадають в осад, якщо вода пересичена цими солями (при нагріві до температури понад 100°C).

В контактно-поверхневих водонагрівачах спостерігається випаровування води. Кількість води, що випарувалася, по відношенню до всієї її масі складає менше 0,5%. Практично, виходячи з досвіду експлуатації, випаровування води відсутнє. Тому у вигляді накипу у водонагрівачі не можуть випадати некарбонатні солі (CaSO і MgSO). Існує лише можливість для випадання в осад солей тимчасової жорсткості, а саме карбонату кальцію (CaCO) і карбонату магнію (MgCO), а це відбувається лише у тому випадку, коли у воді утворюється недолік рівноважної вуглекислоти. Якщо створити умови, при яких із збільшенням температури води кількість вільної вуглекислоти, що міститься в ній, зростатиме, то розпад бікарбонатів буде неможливий. Величина CO у водонагрівачі залежатиме від температури води, що нагрівається, часу її контакту з газами, щільності зрошування і жорсткості води. Практика експлуатації показує, що безнакипний режим роботи контактних поверхневих водонагрівачів може здійснюватися при температурі води, що нагрівається, до 97°C і карбонатної жорсткості 2÷2,5 мг-екв/л. Із збільшенням карбонатної жорсткості безнакипний режим може бути одержаний тільки при зниженні кінцевої температури нагріву.

Контактно-поверхневі водонагрівачі можуть самоочищатися від накипу. Цей процес можливий, якщо поверхня камери згорання, покрита солями тимчасової жорсткості, буде безперервно омиватися водою, що містить велику кількість вуглекислоти. При цьому накип, що відклався на поверхні камери згорання, буде поступове розчинятися у воді.

В контактно-поверхневих водонагрівачах відбувається природна деаерація води, що нагрівається. Деаерація води відбувається спочатку в контактній камері водонагрівача а потім в нижній частині корпусу водонагрівача, що має радіаційну поверхню нагріву. Рушійною силою деаерації в контактній камері є різниця парціального тиску кисню, що міститься у воді і газах.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нижня частина водонагрівача, в якій розташована камера згорання, являє собою термічний деаератор, що працює при атмосферному тиску. При подальшому нагріві води, яка контактує з радіаційною поверхнею камери згорання, парціальний тиск водяної пари над водою різко зростає, а парціальний тиск розчинених в ній газів знижується, унаслідок чого зменшується і їх розчинність. Коли вода досягає температури кипіння, парціальний тиск кисню і його розчинність зменшуються у воді майже до нуля. Виділення з води кисню відбувається за рахунок різниці парціального тиску в товщі киплячої води і цього ж газу в паровій фазі, що безперервно видаляється, знаходиться над дзеркалом води. При правильній експлуатації контактено-поверхневих водонагрівачів вміст кисню в гарячій воді лежить в межах $0,1 \div 0,12$ мг/л. В даний час з метою запобігання корозії устаткування і трубопроводів рекомендується застосовувати різні інгібітори корозії.

6.2 Висновки

При контакті води з димовими газами топки, де відбувається згорання деревних пелетів, утворюється слаболужний розчин ($\text{pH} < 10$) водневого показнику якого не достатньо для початку корозії сталі, як відомо корозія починається при водневому показнику котлової води від $\text{pH} > 10-12$. Також це сприяє запобігання випадіння солей тимчасової жорсткості в котлі.

В контактних водонагрівачах спостерігається випаровування води. Кількість води, що випарувалася, по відношенню до всієї її масі складає менше 0,5%. Практично, виходячи з досвіду експлуатації, випаровування води відсутнє. Тому у вигляді накипу у водонагрівачі не можуть випадати некарбонатні солі (CaSO і MgSO).

Як висновок – у водопідготовці немає необхідності.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ

7.1 Вибір котла

В результаті розрахунку теплової схеми котельні був обраний твердопаливний котел з контактним водонагрівачем КВН-1,5.

Контактні водонагрівачі призначені для роботи у автономних теплових мережах у якості теплогенеруючого обладнання . Вони являють собою теплообмінний апарат проточного типу , нагрів води в якому відбувається при безпосередньому контакті води з димовими газами . За рахунок високої ефективності процесів теплообміну , вдається суттєво зменшити габарити апарату та здійснити якісне охолодження димових газів та їх низьку температуру на виході з димової труби. В контактних водонагрівачах димові гази мають температуру нижчу , ніж «температура точки роси», що забезпечує процес конденсації водяних парів які містяться у продуктах згоряння , та використання прихованої теплоти конденсації . За рахунок цього , ККД , розрахований за нижчою теплотою згоряння палива, може сягати більш ніж 100 %.

Зворотня вода першого контуру з температурою 45 °С подається у верхню частину водонагрівача , де розпилюється на барботажні решітки. При проходженні барботажних решіток вода рівномірно розподіляється по перерізу апарату та контактує з димовими газами. З контактного водонагрівача , нагріта до 80-85 °С вода надходить до накопичувального баку та мережним насосом першого контуру подається на теплообмінники опалення .

Продукти згоряння по кільцевому каналу, утвореному стінками, камери що нагрівається, надходять в масообмінну колону і піднімаються в ній, охолоджуючись за рахунок безпосереднього контакту з циркуляційною водою. Кінцеве охолодження продуктів згоряння до температури плюс 45-50 °С відбувається в барботажній тарілці. Охолоджені продукти згоряння виводяться з установки через вихлопний патрубок і надходять в трубопровід парогазовій суміші.

Характеристики обраного КВН -1,5 показані в табл. 7.1.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 - Технічні характеристики контактного водонагрівача

Найменування	Позначення	Одиниця	Значення
Номінальна теплопродуктивність	Q	МВт	1,5
Коефіцієнт корисної дії	η		102
Нижня теплотворна здатність	Q_n^p	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	17488
Верхня теплотворна здатність	Q_v^p	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	18574
Максимальна температура води на виході	t_1	$^{\circ}\text{C}$	95
Температура зворотньої води	t_2	$^{\circ}\text{C}$	55
Температура відхідних газів	$t_{\text{газів}}$	$^{\circ}\text{C}$	60
Витрата повітря при номінальній продуктивності	$V_{\text{пов}}$	м3/год	693
Витрата палива при номінальній продуктивності	$B_{\text{пал}}$	кг/год	130
Діапазон регулювання теплопродуктивністю	Q	кВт	300...1740
Витрата теплоносія через водонагрівач	G	м3/год	38...55
Тиск в водонагрівачі	P	бар	1
Температура огорожуючих конструкцій	t_k	$^{\circ}\text{C}$	45
Маса водонагрівача в неробочому стані	m	кг	1250
Місткість водонагрівача в робочому стані	$V_{\text{нагр}}$	м3	1,36

7.2 Вибір вентиляторів

Для котлових агрегатів тепловою потужністю не менше ніж 1,163 МВт рекомендують встановлювати індивідуальний вентилятор. Тягодуттєві машини збирають по заводським характеристикам в залежності від розвиваємого напору і необхідної подачі при густині переміщуваного середовища, дійсній температурі 20 °С для вентиляторів, і в атмосферному тиску 101325 Па.

7.2.1 Подача тягодуттєвих машин

Дуттєвий вентилятор

$$Q_{\text{в}} = \alpha \cdot K \cdot B_p \cdot V_{\text{пов}}^0 \cdot \frac{t_B + 273}{273}, \quad (7.1)$$

де К - коефіцієнт запасу. Приймаю К=1,05;

B_p - розрахункова витрата палива;

V_B^0 - теоретично необхідний об'єм повітря для згорання 1 кг палива;

t_B - температура повітря в вентиляторі. Приймаю $t_B = -22$ °С .

α - коефіцієнт надлишку повітря.

$$Q_{\text{в}} = 1,3 \cdot 1,05 \cdot 130 \cdot 4,12 \cdot \frac{-22 + 273}{273} = 672 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

7.2.2 Напір вентилятора

Визначається по загальному опору газо-повітряного тракта всіх трактів контактного водонагрівача для вентилятора ΔP з коефіцієнтом 1.1, тобто:

$$H = 1,1 \cdot (\Delta P_{\text{КВН}} + \Delta P_{\text{пов}} + \Delta P_{\text{заг}}), \quad (7.2)$$

де $\Delta P_{\text{заг}}$ - загальний аеродинамічний опір димової труби, Па ;

$\Delta P_{\text{пов}}$ - аеродинамічний опір повітропровода, Па ;

$\Delta P_{\text{КВН}}$ - опір контактного водонагрівача приймаю $\Delta P_{\text{КВН}} = 1500$ Па.

$$H = 1,1 \cdot (1500 + 113 + 164,4) = 1955 \text{ Па}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2.3 Вибір вентилятора

Обираю вентилятор РСС 20/25, подача $2000 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, напір $H=2500$ Па, електродвигун потужністю $N=11$ кВт.

7.3 Вибір насосів

В котельнях в залежності від призначення використовуються наступні види насосів: мережні, рециркуляційні, підживувальні, конденсатні, для подачі води к ежекторам, для подачі сирії води, насоси дозатори та інш.

Вибираю насоси за допомогою таблиць технічних характеристик в залежності від необхідного напору і подачі.

В данному проєкті передбачено наступні типи насосів:

- Мережний насос першого контуру;
- Мережний насос другого контуру;
- насос підживлення.

7.3.1 Вибір мережного насосу першого контуру

Загальна подача мережного насосу визначається розрахунком теплової схеми котельні

$$V_{\text{мер}} = \frac{G_{\text{мер}}}{\rho_{\text{мер}}} \cdot 3600, \quad (7.3)$$

де $\rho_{\text{мер}}$ - густина мережної води, при $\rho_{\text{мер}} = f(t = 80^\circ\text{C}) = 967.3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

$G_{\text{мер}}$ - розрахункова витрата мережної води після мережного насосу ;

$$V_{\text{мер}} = \frac{13}{971,8} \cdot 3600 = 47 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3.2 Напір мережних насосів

Напір мережного насосу приймаю з гідравлічного розрахунку

$$H_{\text{мер}} = 0,15 \text{ МПа} = 15 \text{ м. вод. ст.};$$

Вибираю насос типа NSCE 50-125/75 виробника «Lowara».

Характеристики насоса:

Подача $70 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, напір $H=21$ м.вод.ст, потужність електропривода $N=7,5$ кВт.

7.3.3 Вибір мережного насоса другого контуру

Загальна подача мережного насосу визначається розрахунком теплової схеми котельні

$$V_{\text{мер}} = \frac{G_{\text{мер}}}{\rho_{\text{мер}}} \cdot 3600, \quad (7.3)$$

де $\rho_{\text{мер}}$ - густина мережної води, при $\rho_{\text{мер}} = f(t = 70^\circ\text{C}) = 977,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

$G_{\text{мер}}$ - розрахункова витрата мережної води після мережного насосу .

$$V_{\text{мер}} = \frac{10,2}{977,8} \cdot 3600 = 38 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

7.3.4 Напор мережних насосів

Напор мережного насосу приймаю з гідравлічного розрахунку

$$H_{\text{мер}} = 0,06 \text{ МПа} = 6 \text{ м. вод. ст.}$$

Обираю насос типа NSCE 50-125/40 виробника «Lowara»

Характеристики насоса:

Подача $66 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, напор $H=15$ м.вод.ст, потужність електропривода $N= 4$ кВт.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3.5 Вибір насосу підживлення

Загальна подача насосу з гідравлічного розрахунку

$$V = 9,33 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

7.3.6 Напор насоса

Напор мережного насосу приймаю з гідравлічного розрахунку

$$H = 0,058 \text{ МПа} = 5,8 \text{ м. вод. ст.};$$

Вибираю насос типу 5SV04F005M виробника «Lowara».

Характеристики насоса:

Подача $10 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, напір $H=22,6$ м.вод.ст, потужність електропривода $N=5.5$ кВт.

7.4 Вибір теплообмінників

7.4.1 Вихідні данні:

-Теплове навантаження $Q_{\text{котла}} = 1,5 \text{ МВт}$;

В тепловій схемі котельні передбачено два теплообмінника опалення з рівним тепловим навантаженням. При цьому необхідно підібрати теплообмінник, так щоб він міг забезпечувати 55% від загальної установленної потужності на опалення, тобто:

$$Q = Q_{\text{котла}} \cdot 0,6 \quad , \quad (7.4)$$

де $Q_{\text{котла}}$ - установлена потужність котла .

$$Q = 1,5 \cdot 0,55 = 0,8 \text{ МВт} .$$

-температура води у прямому трубопроводі першого контуру $t_{\text{прям.1}} = 80^{\circ}\text{C}$;

-температура води у зворотньому трубопроводі першого контуру $t_{\text{звор.1}} = 45^{\circ}\text{C}$;

-температура води у прямому трубопроводі другого контуру опалення $t_2 = 70^{\circ}\text{C}$;

-температура води у зворотньому трубопроводі другого контуру $t_1 = 40^{\circ}\text{C}$.

Графік зміни температур зображений на рис.7.1.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

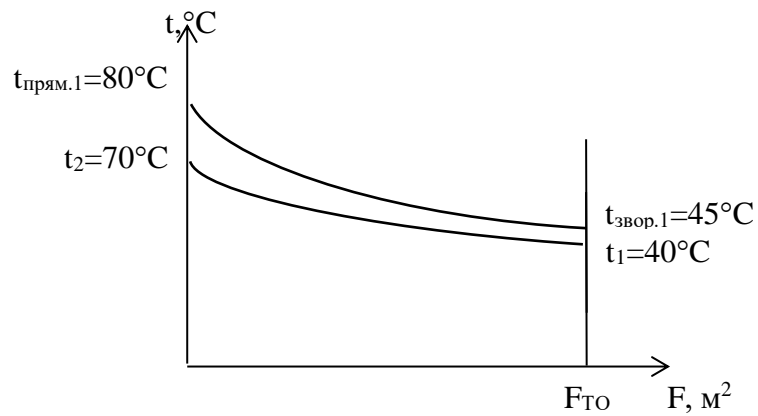


Рисунок 7.1 - Графік зміни температур теплоносіїв

7.4.2 Середньо-логарифмічна різниця температур

$$\bar{\Delta t} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\mathcal{M}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\mathcal{M}}}}, \quad (7.5)$$

де Δt_{δ} - більша різниця температур:

$$\Delta t_{\delta} = t_{\text{прям.1}} - t_2, \quad (7.6)$$

$$\Delta t_{\delta} = 80 - 70 = 10^{\circ}\text{C},$$

менша $\Delta t_{\mathcal{M}}$ - різниця температур:

$$\Delta t_{\mathcal{M}} = t_{\text{звор.1}} - t_1, \quad (7.7)$$

$$\Delta t_{\mathcal{M}} = 45 - 40 = 5^{\circ}\text{C},$$

тоді

$$\bar{\Delta t} = \frac{10 - 5}{\ln \frac{10}{5}} = 7,21^{\circ}\text{C}.$$

7.4.3 Середні температури та теплофізичні параметри теплоносіїв у каналах теплообмінника:

$$t_{cp1} = \frac{80 + 45}{2} = 62,5^{\circ}\text{C}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За $t_{cp1} = 62,5^{\circ}C$ знаходимо теплофізичні параметри [5]:

$$\rho_1 = 976,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \quad Pr_1 = 2,46; \quad \nu_1 = 0,405 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; \quad \lambda_1 = 66,8 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}},$$

$$t_{cp2} = \frac{70 + 40}{2} = 55^{\circ}C.$$

За $t_{cp2} = 55^{\circ}C$ знаходимо теплофізичні параметри [3]:

$$\rho_2 = 995,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \quad Pr_2 = 5,42; \quad \nu_2 = 0,805 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; \quad \lambda_2 = 61,8 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}.$$

Температура стінки:

$$t_c = \frac{62,5 + 55}{2} = 59^{\circ}C.$$

За $t_c = 59^{\circ}C$ знаходимо теплофізичні параметри $Pr_c = 2,3$.

7.4.3 Витрати води у теплообміннику

Приймаю з розрахунків теплової схеми котельні

$$G_1 = 13 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$G_2 = 10,2 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Для теплообмінного апарату приймаємо пластини Sondex AISI 316, товщиною 0.5 мм та площею теплообміну 0,26 м².

Технічні характеристики пластини вказані в табл.7.2.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.2 – Технічні характеристики пластини

Показник	Позначення	Розмірність	Значення
Габаритні розміри	$a \times b \times \delta$	мм	620x420x0,4
Поверхня теплообміну	$F_{пл}$	$м^2$	0,26
Вага (маса)	m	кг	5,8
Змочуваний периметр каналу	Π	м	1,188
Ширина каналу	$b_{каналу}$	м	545
Зазор для проходу робочого тіла в каналі	$a_{каналу}$	м	0,0045
Еквівалентний діаметр каналу	d_e	м	0,0083
Площа перерізу каналу	$f_{пл}$	$м^2$	0,00245
Найбільший умовний діаметр штуцера	$D_{ш}$	мм	200
Коефіцієнт теплопровідності стінки	$\lambda_{ст}$	$\frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$	15
Приведена довжина каналу	$L_{пр}$	м	1,01

7.4.3 Швидкість теплоносіїв у каналах

Кількість каналів одного ходу зі сторони центральної мережі приймаємо рівним $z_1 = 8$.

Зі сторони місцевої мережі $z_2 = z_1 = 8$;

$$W_1 = \frac{G_1}{z_1 \cdot f_1 \rho_1}, \quad (7.8)$$

$$W_1 = \frac{13}{8 \cdot 0,00245 \cdot 976,2} = 0,71 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$W_2 = \frac{G_2}{z_2 \cdot f \rho_2}, \quad (7.9)$$

$$W_2 = \frac{10,2}{8 \cdot 0,00245 \cdot 997,7} = 0,55 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

7.4.4 Температурний множник

$$A_1 = 0,1 \frac{\lambda_1}{\nu_1^{0,73}} \text{Pr}_1^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}_1}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25}, \quad (7.10)$$

$$A_1 = 0,1 \frac{66,8 \cdot 10^{-2}}{(0,405 \cdot 10^{-6})^{0,73}} 2,46^{0,43} \left(\frac{2,46}{4,3} \right)^{0,25} = 3970,$$

$$A_2 = 0,1 \frac{\lambda_2}{\nu_2^{0,73}} \text{Pr}_2^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}_2}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25}, \quad (7.11)$$

$$A_2 = 0,1 \frac{67,28 \cdot 10^{-2}}{(0,415 \cdot 10^{-6})^{0,73}} 2,55^{0,43} \left(\frac{2,55}{4,3} \right)^{0,25} = 4026.$$

7.4.5 Коефіцієнт тепловіддачі

$$\alpha_1 = A_1 \frac{W_1^{0,73}}{d_e^{0,27}}, \quad (7.12)$$

$$\alpha_1 = 3970 \frac{0,71^{0,73}}{0,0083^{0,27}} = 11273 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

$$\alpha_2 = A_2 \frac{W_2^{0,73}}{d_e^{0,27}}, \quad (7.13)$$

$$\alpha_2 = 4026 \frac{0,55^{0,73}}{0,0083^{0,27}} = 9488 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.4.6 Коефіцієнт теплопередачі

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}}, \quad (7.14)$$

$$k = \frac{0,93}{\frac{1}{11273} + \frac{1}{9488} + \frac{0,0004}{15}} = 4212 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{С}}.$$

7.4.7 Площа поверхні нагріву

$$F = \frac{Q}{k\Delta t}, \quad (7.15)$$

$$F = \frac{0,8 \cdot 10^6}{4212 \cdot 7,12} = 30 \text{ м}^2.$$

7.4.8 Кількість пластин підігрівача

$$z_{nl} = \frac{F}{F_{nl}}, \quad (7.16)$$

$$z_{nl} = \frac{30}{0,26} = 115,42 \approx 116 \text{ шт.}$$

7.4.9 Кількість ходів у теплообміннику

$$x = \frac{z_{nl} - 1}{z_1 + z_2}, \quad (7.17)$$

$$x = \frac{116 - 1}{8 + 8} = 8 \text{ ходів.}$$

7.4.10 Загальна кількість пластин

$$z_{nl} = x \cdot z_1 + x \cdot z_2 + 1, \quad (7.18)$$

$$z_{nl} = 8 \cdot 8 + 8 \cdot 8 + 1 = 129 \text{ шт.}$$

7.4.11 Сумарна площа нагріву теплообмінника

$$F_1 = F_{nl} z_{nl}, \quad (7.19)$$

$$F_1 = 0,26 \cdot 129 = 33,54 \text{ м}^2.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.4.12 Число Рейнольдса

$$Re_1 = \frac{W_1 d_3}{\nu_1}, \quad (7.20)$$

$$Re_1 = \frac{0,71 \cdot 0,0083}{0,405 \cdot 10^{-6}} = 21314.$$

$$Re_2 = \frac{W_2 d_3}{\nu_2}, \quad (7.21)$$

$$Re_2 = \frac{0,55 \cdot 0,0083}{0,415 \cdot 10^{-6}} = 20400.$$

7.4.13 Коефіцієнт гідравлічного тертя

$$\lambda_1 = \frac{c}{Re_1^{0,25}}, \quad (7.22)$$

$$\lambda_1 = \frac{15}{21314^{0,25}} = 1,24.$$

$$\lambda_2 = \frac{c}{Re_2^{0,25}}, \quad (7.23)$$

$$\lambda_2 = \frac{15}{20400^{0,25}} = 1,25.$$

7.4.14 Втрата тиску у каналах з мережної сторони першого контуру

$$\Delta P_1 = \lambda_1 \frac{L_{np}}{d_3} \cdot \frac{x \cdot \rho_1 \cdot W_1^2}{2}, \quad (7.24)$$

$$\Delta P_1 = 1,24 \frac{1,01}{0,0083} \cdot \frac{8 \cdot 976,2 \cdot 0,71^2}{2} = 49680 \text{ Па}.$$

7.4.15 Втрата тиску у каналах з мережної сторони другого контуру

$$\Delta P_2 = \lambda_2 \frac{L_{np}}{d_3} \cdot \frac{x \cdot \rho_2 \cdot W_2^2}{2}, \quad (7.25)$$

$$\Delta P_2 = 1,25 \frac{1,01}{0,0083} \cdot \frac{8 \cdot 997,7 \cdot 0,55^2}{2} = 16943 \text{ Па}.$$

8.4.16 Патрубок мережної води першого контуру

Приймаємо найбільшу швидкість руху теплоносія $W_{\max} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot \rho_1 \cdot W_{\max}}}, \quad (7.26)$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 13}{3,14 \cdot 976,2 \cdot 1,5}} = 0,103 \text{ мм}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

За ГОСТ 8731-87 приймаємо сталний безшовний гарячедеформований патрубок внутрішнім діаметром 108 мм.

8.4.17 Патрубок мережної води другого контуру

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_2}{\pi \cdot \rho_2 \cdot W_{\max}}}, \quad (8.27)$$

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,2}{3,14 \cdot 976,2 \cdot 1,5}} = 0,096 \text{ мм.}$$

За ГОСТ 8731-87 приймаємо сталний безшовний гарячедеформований патрубок внутрішнім діаметром 108 мм.

Таблиця 7.3 - Результати розрахунків теплообмінника

Найменування	Одиниця вимірювання	Значення
Коефіцієнт теплопередачі	$\frac{Вт}{м^2 \cdot C}$	4212
Загальна поверхня теплообміну	м ²	33,54
Втрата тиску з мережної сторони першого контуру	Па	49680
Втрата тиску з мережної сторони другого контуру	Па	16943
Кількість ходів	шт	8
Кількість пластин	шт	129
Діаметр патрубку першого контуру	мм	108
Діаметр патрубку другого контуру	мм	108

Обираю два пластинчатих теплообмінника потужністю $Q = 800$ кВт.

7.5 Висновки

В цьому розділі було обране таке обладнання котельні : два пластинчатих теплообмінника по 800 кВт кожен , дуттєвий вентилятор , насоси першого та другого контурів котельні , насос підживлення , котел твердопаливний потужністю 1,5 МВт.

8 АВТОМАТИЗАЦІЯ

Комплекс приладів та систем необхідних для автоматичного контролю процесів в котельні та запобігання аварійних ситуацій.

8.1 Автоматизація котельні

8.1.1 Загальна інформація

Котли комплектуються контрольно-вимірювальними приладами, автоматикою розпалу та горіння . Приладами контролю та автоматизації також обладнане допоміжне обладнання котельні.

Система автоматизації котельні забезпечує:

- управління основним обладнанням котельні;
- регулювання основних технологічних параметрів та процесів;
- відключення обладнання в аварійних ситуаціях;
- контроль за параметрами технологічного процесу і ввімкнення сигналізації в разі відхилення параметрів від їх заданого значення .

В котельні встановлений твердопаливний водогрійний котел з контактним водонагрівачем КВН потужністю 1,5 МВт. Для погодозалежного регулювання температури води на опалення , для котла встановлений пристрій цифрового програмного управління котлової води .

Система автоматики котла забезпечує:

- погодозалежне регулювання температури води за котлом;
- подачу сигналізації в разі виникнення аварійної ситуації;
- аварійний захист котлів в разі виникненні аварійної ситуації.

8.1.2 Паливне обладнання

Для безперебойної подачі паливо до топки передбачений автоматичний стокер що транспортує паливо з бункеру до топки.

Наддув повітря забезпечується дуттєвими вентиляторами що вбудовані в корпус топки та подають повітря під колоснікові решітки. Подача повітря для горіння автоматично регулюється таким чином, щоб відношення кількості повітря до кількості поступаючого палива завжди залишалося оптимальним.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для управління інтенсивністю топки в трубопроводі вихідної води маютьс:

- датчик температури передає інформацію про температуру води на виході з котла в блок регулювання потужності котла, який регулює інтенсивність горіння відповідно до навантаження шляхом збільшення (зменшення) подачі палива і повітря;

- обмежувальний датчик, який зупиняє і «блокує» роботу котла в разі, якщо тиск води в котлі вище допустимого. Повторне включення котла можливе тільки після здійснення «відбою» в пульті управління;

- обмежувальний датчик, який зупиняє і «блокує» роботу котла, якщо тиск води котла знаходиться на дуже низькому рівні. Повторне включення пальника можливе тільки після здійснення «відбою» в пульті управління.

- датчик вогню перед топкою, що спрацьовує у випадку переходу вогню з топки на стокер подачі палива. Активує вогнегасну систему що розприскує воду на шляху палива з бункеру до топки.

8.2 Сигналізація

8.2.1 Технологічна і аварійна сигналізація.

Технологічна і аварійна світлозвукова сигналізація здійснюється сигнальними пристроями, встановленими по місцю, в щиті аварійної сигналізації (ЩАС), на панелях управління котлами і в приміщеннях чергового персонала – аварійна сигналізація.

На ЩАС винесено світлова і звукова сигналізація наступних параметрів:

- а) наявність напруги фаз;
- б) зупинка котла;
- у) зниження температури в котельному приміщенні;
- г) зниження тиску в системі тепlopостачання.

8.3 Висновки

Система автоматизації котельні забезпечує управління основним обладнанням котельні, регулювання основних технологічних параметрів та процесів, відключення обладнання в аварійних ситуаціях, контроль за параметрами технологічного процесу і ввімкнення сигналізації в разі відхилення параметрів від їх заданого значення.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 СТАРТАП ПРОЕКТ

9.1 Резюме проекту

Ідеєю проекту є створення виробництва з створення індивідуальних або переобладнання існуючих газових котелень на твердопаливні з використанням контактних водонагрівачів.

Для реалізації проекту планується створення виробництва для збирання та наладки модулів, інженерно-конструкторського відділу для проектування та комплектації.

Цільовою аудиторією проекту є кінцеві споживачі. Продаж продукції планується як на вітчизняному ринку так і по всьому світу.

Конкурентною перевагою нашого проекту є те, що наш продукт розробляється командою спеціалістів індивідуально під кожен об'єкт та спрямовується на значне покращення ефективності і екологічності котельні.

Для реалізації проекту необхідно інвестувати 7320 млн. грн., але більшість з цих коштів піде на закупівлю окремих деталей, котрі потім будуть включені в ціну готової продукції, а отже реальний прибуток виробництво буде приносити значно раніше. Загалом, період окупності проекту становить 1 рік.

9.2 Організація проекту

Ціль даного проекту – створенні компанії, що буде займатися виготовленням або переоснащенням індивідуальних котелень. Надання готових проектних рішень з енергоефективності та екологічності котельні. Співпраця з виробниками обладнання та підрядними організаціями з монтажу та експлуатації систем опалення та гарячого водопостачання.

Напрямок діяльності створюваного підприємства – створення готових рішень з тепlopостачання. Виробництво твердопаливних котелень з контактними водонагрівачами.

Для реалізації проекту планується створення нового виробництва, для чого передбачається монтування лінії з комплектації, організація системи постачання виробництв сировиною та створення системи збуту продукції.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також планується створення робочої бригади для безпосереднього встановлення модулів на об'єкті та монтування допоміжних систем .

Виробництво засновано на використанні останніх досягнень в області проектування, що дозволить звести к мінімуму технічні несправності та робити технологічно якісні вироби.

Проект буде являти собою завод або групу заводів приватної власності. За галузевою належністю проект можна віднести до легкої промисловості. Для підприємства даний проект являється стартапом, оскільки подібні технічні рішення досі не мають широкого застосування. Продуктом діяльності заводу будуть твердопаливні котельні з контактними водонагрівачами.

Канва бізнес моделі проекту зображена у табл.9.1.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.1 – Канва бізнес моделі

(8) КЛЮЧОВІ ПАРТНЕРИ Ключовими партнерами є виробники комплектуючих обладнання,пристроїв автоматики, будівельні та монтажні компанії.	(4) КЛЮЧОВІ ВИДИ ДІЯЛЬНОСТІ Комплектація, виробництво, поставка та менеджмент продукції для споживача.	(5) ЦІННІСНІ ПРОПОЗИЦІЇ Проект пропонує якісну продукцію за конкурентною ціною. Комфорт та легкість управління системою; скорочення витрати на електроенергію та теплопостачання .	(6) ВЗАЄМОВІДНОСИНИ ЗІ СПОЖИВАЧАМИ Кожен сегмент прагне надійності та безперебійних поставок, так як кожний наступний етап виробництва неможливий без виконання попереднього.	(5) СПОЖИВЧІ СЕГМЕНТИ Нашими замовниками є як окремі особи так і офісні приміщення або будівельні компанії.
	(6) КЛЮЧОВІ РЕСУРСИ Наявність необхідного обладнання у поставників, безперебійна поставка, наявність замовлення наперед для розроблення стратегії виробництва .		(6) КАНАЛИ ЗБУТУ Ціннісні пропозиції доводяться до споживача за допомогою тендерних або комерційних пропозицій.	
(7) СТРУКТУРА ВИТРАТ Бізнес модель передбачає інвестиційні та виробничі витрати, з яких придбання деталей є найбільшими.		(9) ПОТОКИ НАДХОДЖЕННЯ ДОХОДІВ Дохід генерується за рахунок продажу кінцевого виробу , ціна що одразу покриває витрати на запчастини та монтаж та приносить прибуток.		

9.3 Ключові види діяльності проекту

9.3.1 Вид проекту за характером інновації

- дослідно-конструкторська робота – розробка та впровадження конструкторської проектної документації та готових рішень з питань теплопостачання ;
- організаційні інновації – впровадження шаблону співпраці з замовником, що передбачає надання послуг від першого спілкування з замовником до встановлення і реалізації спроектованих компанією рішень; співпраця колективу компанії в напрямку розробки наукових інноваційних рішень, під яку виділяється окреме фінансування;
- організаційні інновації – впровадження даної інноваційної технології дозволить економити на електроенергії та теплопостачанні ;
- інше – стартап проект також направлений на використання біопалива в котельнях.

9.3.2 Спрямованість проекту

- випуск продукції, конкурентоспроможної на світовому ринку є пріоритетним направленням цього проекту, а саме забезпечення мінімальної ціни, але при цьому надання гарантій щодо безперебійної роботи обладнання;
- збільшення обсягів виробництва ;
- економія енергоресурсів за рахунок використання біопалива ;

9.4 Висновок щодо науково-технічного рівня ідеї

- на рівні кращих світових аналогів (дана технологія не є новою в масштабах світу) ;
- краща за існуючі в Україні аналоги за основними показниками (використання теплоти продуктів згорання біопалива у контактному водонагрівачі суттєво покращує економічність та екологічність котелень);

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.5 Основні бізнес-процеси проекту

Основні бізнес-процеси проекту описані в табл.9.2.

Таблиця 9.2 – Основні бізнес-процеси проекту

<i>Група процесів</i>	<i>Бізнес-процес</i>	<i>Ступінь опрацювання бізнес-процесу</i>	
		<i>є реалізованим</i>	<i>буде реалізованим</i>
Розробка продукції	розробка та конструювання продукції		+
	розробка і конструювання процесу	+	
	технологічна підготовка виробництва		+
Вимоги споживачів	дослідження розвитку ринку	+	
	організація маркетингу і продажів		+
Виконання замовлень	забезпечення і матеріально-технічний збут		+
	планування і управління виробництвом		+
	виробництво продукції		+
Обслуговування споживача	післяпродажне обслуговування		+
	повернення продукції		+

9.6 Ціннісні пропозиції та споживачі

Ціннісна пропозиція – сукупність переваг, які проект може запропонувати споживачу.

9.6.1 Характер формування споживчої цінності проекту

- покращення задоволення існуючих потреб (використання нашої продукції дозволить підвищити ефективність та екологічність систем опалення);
- здешевлення задоволення існуючих потреб (суттєва економія на паливі);
- формування та задоволення нових потреб (можливість використовувати відходи виробництва як паливо. Наприклад – відходи деревообробного підприємства);

Таблиця 9.3 – Зміст ідеї проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Сегменти споживачів	Цінність для споживачів
Створення готових рішень теплопостачання з використанням контактних водонагрівачів .	Виробництво твердопаливних котелень що працюють на біопаливі. Для забезпечення потреб гарячого водопостачання, теплопостачання .	Масовий ринок	Економія на енергоресурсах

Таблиця 9.4 – аналіз ідеї проекту

Техніко-економічні характеристики ідеї	Продукція конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
	Мій проект	Кон-т	Аналог (ТОВ «ТеплоЕнерго»)			
Розташування	Близьке	-	близьке	-	-	Відсутність проблем з транспортуванням
Характер поставок	Прямі договори	-	Прямі договори	-	-	Вчасність поставок гарантується договором
Технічне обслуговування	Виконується спеціалістами, які займалися розробкою обладнання	-	Виконується підрядними організаціями	-	-	Наявність спеціалістів
Якість	Висока	-	середня	-	-	Визначено за результатами попереднього аналізу
Ціна	800 Грн/Гкал	-	1400 Грн/Гкал	-	-	Ціна значно нижче ніж у конкурентів

Таблиця 9.5 – Технічний аудит ідеї проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Вироблення теплової енергії на опалення	Твердопаливні котельні з контактими водонагрівачами	Технологія є наявною та вже широко використовується	Доступна
Вироблення теплоти на ГВП	Твердопаливні котельні з контактими водонагрівачами	Технологія є наявною та вже широко використовується	Доступна

Таблиця 9.6 – SWOT аналіз проекту

<p><i>Сильні сторони (S):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Наявність технічної бази та відповідного законодавства – Новий продукт на ринку – Відносна простота конструювання при наявності гарних спеціалістів та правильно розробленого проекту 	<p><i>Слабкі сторони (W):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Можливість виходу з ладу готового продукту – Необхідність технічного обслуговування – Потреба інвестицій у матеріали та деталі на початковому етапі
<p><i>Можливості (O):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Постійно зростаючий ринок – Потенціал розширення ринку за межами України 	<p><i>Загрози (T):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Нестабільність поставок деталей та матеріалів

9.7 Взаємовідносини зі споживачами та канали збуту

Взаємовідносини зі споживачами та канали збуту описані в табл. - 9.7.

Таблиця 9.7 – Опис взаємовідносин між споживачами та ринками збуту

Сегмент споживачів	Особливості поведінки	Вимоги споживачів	Канали збуту	Інші аспекти взаємовідносин
Кінцеві споживачі (особи, що бажають встановити індивідуальну систему теплопостачання)	Економія на системах теплопостачання. Бажання внести свій вклад в екологічний стан планети.	- якість -надійність -невисока ціна -відповідність європейським стандартам	Канал збуту нульового рівня; послуга надання комплексних рішень надається безпосередньо споживачеві	Висока орієнтованість споживача на довгострокову перспективу

9.8 Обґрунтування ресурсів та витрат проекту

Розрахунки підрозділу внесені до табл. 9.8 , табл. 9.9 , табл. 9.10 , табл. 9.11 , табл. 9.12.

Таблиця 9.8 – Цінові рівні продуктів

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на продукцію	Розрахунок ціна продукції
1000 грн/Гкал	1400 грн/Гкал	15-200 тис. грн./міс	690-800 грн/Гкал	690 грн/Гкал

Таблиця 9.9 - Визначення обсягу виробництва продукції

Показник	Значення по роках				
	2018	2019	2020	2021	2022
Загальна потреба в продукції	2 бл./рік	3 бл./рік	4 бл./рік	4 бл./рік	5 бл./рік
Ціна одиниці продукції (грн/блок)	5000 тис.	5000 тис.	5000 тис.	5000 тис.	5000 тис.
Річні обсяги випуску в вартісних показниках (тис. грн.)	10000	15000	20000	20000	25000

Таблиця 9.10 - Розрахунок загальних початкових інвестиційних витрат

Назва етапу		Строки виконання	Обсяги фінансування, тис. грн.
Придбання устаткування		3 місяці	3000
Організація діяльності та запуск проекту		5 місяців	2500
Витрати на управління		1 місяць	500
Початкові виробничі витрати		1 місяць	200
Інші витрати		-	100
Разом	12 місяців	6300	

Таблиця 9.11 - Розрахунок виробничих витрат

Стаття витрат	Сукупні витрати за період, тис. грн.				
	2018	2019	2020	2021	2022
Загальногосподарські витрати	300	400	500	600	700
витрати на оренду та утримання приміщень, обладнання	150	150	150	150	150
комунальні витрати	150	150	150	150	150
витрати на збут, просування та рекламу	100	100	100	100	100
Витрати на матеріальні ресурси (комплектуючі, сировина)	2000	4000	8200	9500	11280
Витрати на оплату праці	200	230	250	280	300
Інші витрати (якщо є)	100	200	300	400	500
Разом	3000	5130	9250	10780	13480

Таблиця 9.12 - Розрахунок загальних витрат на реалізацію проекту по роках

Показник	Значення по роках					Разом
	2018	2019	2020	2021	2022	
Інвестиційні витрати	7320	-	-	-	-	7320
Виробничі витрати	3000	5130	9250	10780	13480	44640
Обсяг загальних витрат, в тому числі за рахунок	7320	6130	6300	6460	7210	38770
— власних коштів	-	6130	6300	6460	7210	26100
— коштів інвестора	7320	-	-	-	-	7320

9.9 План робіт та партнери проекту

План робіт з проекту зображений у табл. 9.13.

Таблиця 9.13 – План робіт та партнери проекту

Бізнес-процес проекту	Термін виконання	Виконавець, співвиконавці	Результат
Розробка та конструювання продукції	5 місяців	Спільні підприємства для запуску проектів	Розроблений вид продукції
Розробка і конструювання процесу		Спільні підприємства для запуску проектів	Розроблений процес виготовлення продукції
Технологічна підготовка виробництва		Спільні підприємства для запуску проектів	Підготовлене виробництво
Дослідження розвитку ринку	2 місяці	Спільні підприємства для запуску проектів	Результати ринкових досліджень
Організація маркетингу і продажів	3 місяці	Співробітництво між неконкуруючі компаніями	Рекламна кампанія, угоди зі споживачами
Забезпечення і матеріально-технічний збут	1 місяць	Спроектований комплекс переробки відходів, партнерство між конкурентами	Угоди з постачальниками відходів
Планування і управління виробництвом	1 місяць	Спроектований комплекс переробки відходів	Налагодження виробництва вторинної сировини
Виробництво продукції	1 місяць	Спроектований комплекс переробки відходів	Стабільність процесу виготовлення сировини

9.10 Грошовий потік та економічна оцінка проекту

9.10.1 Визначення крапки беззбитковості проекту.

Точка беззбитковості відображає обсяг виробництва інноваційної продукції, при досягненні якого виручка від реалізації покриває сумарні витрати на її виробництво. Розрахунок точки беззбитковості проводиться за формулою

$$T_{\text{б}} = \frac{C}{P - V} \quad (9.1)$$

де C – постійні витрати на весь обсяг продукції (ті, які не залежать від обсягу виробництва продукції – загальногосподарські витрати та витрати на оплату праці);

P – ціна одиниці продукції;

V – змінні витрати на одиницю продукції (ті, які пропорційно залежать від обсягу виробництва продукції – витрати на матеріальні ресурси).

Розрахунки внесені до табл.9.14.

Таблиця 9.14 – Статті витрат та сукупні витрати

Стаття витрат	Сукупні витрати за період, тис. грн.				
	2018	2019	2020	2021	2022
Загальногосподарські витрати	760	805	860	915	970
Витрати на оплату праці	300	300	300	300	300
Постійні витрати на весь обсяг продукції (C)	10520	10623	11254	12856	13654
Змінні витрати на одиницю продукції (V), грн/од.	-	-	-	-	-
Точка беззбитковості	2,104	2,124	2,25	2,57	2,73

Рівень беззбитковості за проектом може бути досягнений на другий рік введення проекту в дію.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 9.15 – Формування грошового потоку

Показник	Значення по роках					Разом
	2018	2019	2020	2021	2022	
Надходження від проекту (виручка від реалізації продукції, послуг) (D)	10000	15000	20000	20000	25000	90000
Загальні витрати (I), в тому числі	7320	6130	6300	6460	7210	33420
Грошовий потік (3 = 1 – 2) (CF)	2680	8870	13700	13540	17790	56580
Акумуляований грошовий потік (ACF)	-4640	2740	7400	7080	10580	-

$NPV > 0$ протягом розрахункового періоду – інноваційний проект доцільно прийняти.

9.10.2 Розрахунок індексу рентабельності інвестицій в проект

(ROI , Return On Investment) характеризує рівень грошового потоку, що припадає на одиницю інноваційних витрат і обчислюється за формулою:

інвестиція здійснюється одноразово:

$$ROI = \sum_T D_t / I, \quad (9.2)$$

D_t – надходження у відповідному періоді,

I – разова інвестиція

$$ROI = \frac{56580}{7320} = 7,77.$$

$ROI > 1$ – інноваційний проект доцільно прийняти. Чим більшим є значення цього показника, тим вищою є віддача кожної грошової одиниці, інвестованої в інноваційний проект. Критерій ROI використовують при виборі певного проекту із декількох альтернативних, у яких NPV приблизно однакові.

9.10.3 Період окупності інвестицій

($T_{ок}$) – це розрахунковий термін від початку реалізації проекту, починаючи з якої акумуляований грошовий потік (ACF) приймає стійке позитивне значення. Іншими словами, це – період, починаючи з якого первинні вкладення і інші витрати, пов'язані з інвестиційним проектом, покриваються сумарними результатами його здійснення.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Термін окупності розраховується за формулою:

$$T_{ок} = t + \frac{|ACF_{t-}|}{|ACF_{T-}| + |ACF_{T+}|}, \quad (9.3)$$

де t – останній період реалізації проекту, при якому акумульований грошовий потік (різниця накопиченого доходу і витрат) приймає від’ємне значення – у формулі зазначається порядковий номер періоду від початку фінансування;

ACF_{t-} – це остання від’ємна різниця накопиченого доходу та витрат (грн.);

ACF_{t+} – це перша позитивна різниця накопиченого доходу та витрат (грн.).

$$T_{ок} = 1 + \frac{-4640}{-4640 + 2740} = 3,44$$

Період окупності інвестицій складає 3 роки.

9.11 Порівняння витрат твердопаливної та газової котельні на підприємстві

Дані до розрахунку:

1) Теплопродуктивність котельні $Q_{газ} = 1,5$ МВт.

2) Основний вид палива – деревні пеллети .

3) Річна витрата холодної води на підживлення системи

$$G_{pич}^6 = G_{вит} \cdot n_0 \cdot 24 \quad (9.4)$$

де $G_{вит} = 0,09$ кг/с з розрахунку теплової схеми котельні;

$$G_{pич}^6 = \frac{0,09}{1000} \cdot 3600 \cdot 185 \cdot 24 = 1\,368 \text{ м}^3/\text{рік};$$

4) Річна витрата теплоти на опалення $Q_{г}^{pич} = 9,8 \cdot 10^6$ МДж/рік ;

5) Річна витрата палива $B_{pич} = 540,396 \cdot 10^3$ кг/рік ;

6) Вартість енергоносіїв:

- вода підживлення $Ц_B = 15,50$ грн./м³;

- паливо (пеллети деревні) $Ц_{П} = 3000$ грн./т;

- паливо (газ) $S' = 1400$ грн/Гкал;

9) Капітальні затрати за контрактами:

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_{об} = 3\,352\,478$ грн - – на обладнання;

$k_{об} = 531\,276$ грн - – на будівельно-монтажні роботи.

9.11.1 Експлуатаційні затрати

Експлуатаційні затрати – сукупність всіх затрат , що пов’язані з експлуатацією котельні за рік. А саме – забезпечення паливом , водою, обслуговуючим персоналом, зитрати на ремонт обладнання , амортизація обладнання та інші затрати.

9.11.1.1 Загальні затрати

$$C_{\Pi} = B_{річ} \cdot \Pi_{\Pi}, \quad (9.5)$$

$$C_{\Pi} = 540396 \cdot 3 = 1\,621\,188 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Частка затрат на паливо:

$$\frac{C_{\Pi}}{\sum Q_{\text{вир}}^{річ}} = \frac{1\,621\,188}{9,8 \cdot 10^6} = 0,165 \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,165 \cdot 4187 = 692 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}.$$

Затрати на воду

$$C_{\text{В}} = G_{річ}^{\text{В}} \cdot \Pi_{\text{В}}, \quad (9.6)$$

$$C_{\text{В}} = 1368 \cdot 15,5 = 21204 \text{ грн.}$$

Частка витрат на воду

$$\frac{C_{\text{В}}}{\sum Q_{\text{вир}}^{річ}} = \frac{21204}{9,8 \cdot 10^6} = 0,002 \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,002 \cdot 4187 = 8,768 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Амортизаційні відрахування на обладнання

$$C_{a.об} = 0,15 \cdot k_{об}, \quad (9.7)$$

де 0,15 – коефіцієнт, який враховує відрахування на амортизацію у розмірі 15 % від балансової вартості обладнання;

$$C_{a.об} = 0,15 \cdot 3352478 = 502871 \text{ грн.}$$

Частка витрат на амортизаційні відрахування

$$\frac{C_A}{\sum Q_{вир}^{річ}} = \frac{502871}{9,8 \cdot 10^6} = 0,051 \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,051 \cdot 4187 = 213,5 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}.$$

Поточний ремонт

$$C_{п.р} = 0,2 \cdot C_A, \quad (9.8)$$

$$C_{п.р} = 0,2 \cdot 502871 = 100\,574 \text{ грн.}$$

Частка витрат на поточний ремонт

$$\frac{C_{п.р}}{\sum Q_{вир}^{річ}} = \frac{100574}{9,8 \cdot 10^6} = 0,01 \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,01 \cdot 4187 = 40,3 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}.$$

Загальнокотельні та інші затрати

$$C_{зк} = 0,2 \cdot (C_A + C_{п.р}), \quad (9.9)$$

$$C_{зк} = 0,2 \cdot (502871 + 100574) = 120\,689 \text{ грн.}$$

Частка витрат на інші затрати

$$\frac{C_{зк}}{\sum Q_{вир}^{річ}} = \frac{120\,689}{9,8 \cdot 10^6} = 0,0123 \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,0123 \cdot 4187 = 51,6 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}.$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заробітна плата робочого персоналу

$$З_{зп} = n \cdot ЗП_{\text{ср}} \cdot 12, \quad (9.10)$$

де n – штат робітників для виконання всіх необхідних робіт з експлуатації ;

$ЗП_{\text{ср}}$ – середня заробітна плата одного робітника на місяць.

$$З_{зп} = 1 \cdot 2500 \cdot 12 = 30\,000 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Складові витрати заробітної плати

$$\frac{C_{зк}}{\sum Q_{\text{вир}}^{\text{річ}}} = \frac{30\,000}{9,8 \cdot 10^6} = 0,003 \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,003 \cdot 4187 = 12,8 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}.$$

Таблиця 9.11.1 – Собівартість теплової потужності котельні

Затрати	Собівартість	
	Абсолютна, грн./Гкал	Відносна, %
1 Паливо	692	68
2 Вода	8,768	0,8
3 Амортизація	213,5	21
4 Поточний ремонт	40,3	4
5 Загальні	51,6	5
6. З/П	12,8	1,2
Собівартість	1019	100

9.11.2 Термін окупності

$$T = \frac{k}{\Delta E}, \quad (9.11)$$

$$\text{де } \Delta E = (C_{\text{пок.т.ен.}}'' - C_{\text{нов.к.}}') \cdot \sum Q_{\text{вир}}^{\text{річ}} ;$$

k - капітальні затрати, $k = 3883754$ грн., в т.ч.:

$$T = \frac{3883754 \cdot 4187}{(1300 - 1019) \cdot 9,8 \cdot 10^6} = 5,8 \text{ роки.}$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.11.3 Порівняння цін

$$\Delta_{нал} = \frac{S_{газу}' - S_{пелет}' }{S_{газу}'} \cdot 100\% ,$$

$$\Delta_{нал} = \frac{1300 - 692}{1300} \cdot 100\% = 46,7\% .$$

9.12 Висновки

За розглянутими пунктами можна побачити, що даний проект є прибутковим та швидкоокупним з великим потенціалом розширення.

Для реалізації проекту необхідно інвестувати 7320 тис. грн. Період окупності інвестиційних відрахувань складає всього 3 роки, індекс рентабельності інвестицій в проект за 5 років становить 7,77 одиниці, а рівень беззбитковості за проектом може бути досягнений у перший же рік введення проекту в дію.

Даний тип виробництва не є новим для нашої країни, але маючи ефективні технології проектування, технічні можливості та постійно зростаючий ринок ми можемо бути впевнені в окупності даної ідеї. Так існує страхування на випадок збитковості проекту, а саме всі деталі, котрі складають основну частину інвестиції можуть бути продані іншим виробникам за ринковою ціною.

Котельня на деревних пелетах на 46,7% економніша за котельню на газу .

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Одним з найважливіших державних завдань є охорона життя і здоров'я громадян в процесі їх трудової діяльності, створення безпечних і нешкідливих умов роботи. Згідно законодавству України про охорону праці («Закон України про охорону праці»), умови при яких виконуються роботи (у тому числі і дана дипломна робота) повинні відповідати нормативним вимогам охорони праці.

Тема дипломного проекту: „Реконструкція котельні науково-виробничого підприємства «УКРОРГСИНТЕЗ» в м.Київ”. Котельня побудована для забезпечення необхідної потужності для частини системи вентиляції частини будівлі. Потужність котельні – 1,5 МВт. Розрахунковий графік у теплових мережах 70/45 °С.

Котлоагрегати і допоміжне обладнання котельної оснащено засобами захисту, що відключають обладнання при аварійних ситуаціях. Передбачена звукова сигналізація при відхиленні технологічних параметрів від норм.

При компоновці обладнання враховано норми по організації робочих місць і евакуаційні проходи.

Розробка дисертації полягає в розрахунку теплової схеми котельні по заданих теплових навантаженнях, вибір основного і допоміжного обладнання. У даному розділі проекту викладені технічні рішення та організаційні заходи з безпечної експлуатації водогрійного котла, а також технічні та організаційні заходи з виробничої санітарії, гігієни праці а також розглянуті питання з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

При монтажі та експлуатації цього обладнання мають місце потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які при певних умовах можуть негативно впливати на стан здоров'я персоналу котельні. До таких факторів належать:

- підвищена або понижена температура;
- відносна вологість та швидкість руху повітря робочої зони;
- підвищена або понижена температура поверхні обладнання та матеріалів;
- підвищені рівні інфрачервоних випромінювань;
- підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини;
- недостатня або надмірна освітленість робочої зони;
- пожежна небезпека та інші.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою виключення їх негативного впливу на етапі проектування теплового пункту передбачені відповідні технічні заходи захисту.

10.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпечної експлуатації котельні

Котел з його допоміжним устаткуванням являє собою величезний комплекс різноманітного устаткування, яке необхідно обслуговувати, тобто до якого необхідно мати доступ. Проходи в котельні мають вільну висоту не менше 2 м. Для зручності й безпечного обслуговування котла встановлені постійні площадки й сходи з поруччям висотою не менш 0,9 м із суцільним обшиванням по низу не менш 100 мм. Перехідні площадки й сходи мають поруччя по обидва боки. Площадки довжиною більше 5 м мають не менше двох сходів, розташованих у протилежних кінцях [ДНАОП 0.00-1.08-94 «Правила пристрою й безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів»].

На маховику запірних арматур зазначений напрямок його обертання при відкриванні або закриванні арматури.

- приладами для виміру тиску;

Котел обладнаний манометром прямої дії. Він вибирається з такою шкалою щоб межа виміру робочого тиску перебувала у другій третині шкали Установлений так, щоб його показання були чітко видно обслуговуючому персоналу. Манометри і з'єднуючі їх з котлом трубопроводи захищені від замерзання.

- приладами для виміру температури;

Котли обладнані приладами для контролю швидкості й рівномірності прогріву по довжині й висоті посудини й приладами для контролю теплових переміщень.

- запобіжними пристроями;

Котел обладнаний запобіжними пристроями від підвищення тиску вище припустимого значення. Для цього застосовуються – імпульсні запобіжні клапани. Запобіжні пристрої встановлюються на патрубках або трубопроводах, безпосередньо приєднаних до посудини.

10.1.1 Електробезпека

У котельному цеху розміщене таке електроустаткування:

- електроспоживачі напруги 380/220В, які живляться від мережі із глухозаземленою нейтраллю;
- електродвигуни з ізолюваною нейтраллю (мережний електронасос) на напругу 6,3 кВт.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При експлуатації електродвигунів механізмів власних потреб виконують наступне:

- не допускають навантаження механізму вище номінального струму і електродвигуна й зниження напору насоса нижче гранично припустимого;
- періодично контролюють нагрівання електродвигуна на дотик і по термопарах опору.

Для електричних мереж застосовують різні кабелі з використанням алюмінію, як матеріалу, для струмоведучих жил, а при необхідності особливої гнучкості – міді.

При небезпеці електротравматизма котельний цех відносять до 3-ї категорії приміщень («особливо небезпечні»), тому що присутні два фактори небезпеки – струмопровідна підлога й можливість одночасного дотику до корпусу електроспоживачів і металоконструкції, які мають контакт із землею.

Прийняте в проекті електротехнічне устаткування, апаратури, кабелі й проводи, розподільні пристрої всіх видів і напруг по своїх номінальних параметрах задовольняють умовам роботи як при нормальних режимах, так і при коротких замиканнях, перенапругах, перевантаженнях.

Технічні рішення по запобіганню електротравм від контакту з нормально струмоведучими елементами електроустановок:

- ізоляція нормально струмоведучих елементів відповідно до [Правила пристрою електроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1986., ДНАОП 0.00-1.21-98. «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, держнаглядохоронпраці»];
- використання позначень в електроустаткуванні щоб уникнути помилкових дій при обслуговуванні й експлуатації електроустаткування (напису, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація);
- підведення кабелю до споживачів у трубах, у закритих конструкціях підлоги, розведення електромережі в приміщенні в каналах стін, підлоги, стелі;
- застосовані блокування безпеки (не дозволяють відкрити комутаційні апаратури без відключення джерела живлення – реле);
- джерела освітлення розташовані на висоті 2,5м. над робочим місцем;
- пускові апарати електродвигунів встановлені поза приміщенням котельні;
- напруга освітлювальної мережі в котельному цеху, як і по всій станції, прийнято 220В з заземленою нейтраллю.

Технічні рішення по запобіганню електротравматизму при переході напруги на нормально не струмоведучі елементи електроустаткування:

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– захисне заземлення (установки 6,3 кВ; як заземлюючі пристрої застосовані металеві колони, балки);

– занулення (електроспоживачі на напругу 380/220В).

Вимога до заземлення: опір заземлюючого пристрою залежно від величини напруги, що підводить до споживача електроенергії, потужності споживача й режиму нейтралі може бути в межах – 10...4 Ом при напрузі до 1000В і в межах 0,5...10 Ом при напрузі більше 1000В.

Вимоги до занулення: забезпечення необхідної кратності струму КЗ (3...1,25) залежно від типу запобіжного приладу; забезпечення цілісності нульового проводу достатня його провідність – за рахунок достатнього вибору його перетину й використання вторинних заземлень нульового проводу [«Правила пристрою електроустановок», Энергоатомиздат, 1986; ДНАОП 0.00- 1-21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»; ССБТ. Електробезпеку. Захисне заземлення, занулення. Зміни, 1987]. Всередині котельного цеху, згідно вимог [ПУЕ та ГОСТ 12.1.030-81] по периметру приміщення виконаний контур заземлення, до якого підключається все електроустаткування. Внутрішній контур заземлення у двох місцях підключається до існуючого зовнішнього контуру заземлення.

Передбачено захист всіх будинків і споруд за допомогою блискавко-приймальних сіток, покладених на покритті будинків, сітки надійно приєднані не менш, ніж двома спусками до зовнішнього контуру заземлення.

10.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії

У котельні, в процесі праці, на людину довгостроково впливають різноманітні несприятливі фактори, які можуть привести до захворювання й втрати працездатності.

Умови й фактори, що несприятливо впливають на організм людини, можна розділити на три основних види: фізичні (температура, шум, вібрації); хімічні (пил, гази, пара); біологічні.

Основні виробничі фактори, що визначають санітарно-гігієнічні умови праці:

мікроклімат;

– склад повітряного середовища;

– шум;

– вібрації.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Для забезпечення комфортних умов роботи експлуатаційного персоналу й зменшення впливу шкідливих виробничих факторів, у котельному цеху передбачена автоматизація керування виробничими процесами, тобто контроль за основними параметрами і їхнім регулюванням здійснюється зі спеціального приміщення – щитової, де вплив шкідливих факторів легше звести до мінімуму. У котельному цеху передбачені приміщення для відпочинку й прийому їжі персоналом, ремонтна майстерня, лабораторія й т.д. Технічними рішеннями по виробничій санітарії зменшується дія шкідливих факторів.

Технологічні процеси в котельному цеху характеризуються наступними шкідливими факторами:

можливість загазованості через витоки природного газу й димових газів з котла, через нещільності в газоходах й арматурах;

шум, вібрація, які викликані роботою вентиляторів, димососів, насосів;

можливість витоку пари через свищі й нещільності в запірних арматурах;

– виробничі випромінювання.

5.2.1 Мікроклімат робочої зони

Припустимий мікроклімат у приміщенні котельні забезпечується підтримкою теплової рівноваги між організмом і навколишнім середовищем, підтримкою на заданому рівні нормованих параметрів, що визначають мікроклімат – температура ($t, ^\circ\text{C}$), відносна вологість повітря ($W, \%$), швидкість його переміщення ($V, \text{м/с}$).

Оптимальні й припустимі параметри мікроклімату згідно [Держстандарт 12.1.005-88. ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони.] наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 10.1 – Оптимальні й припустимі параметри мікроклімату

Пора року	Оптимальні (щитова)			Припустимі (котельн. Отд-і.)		
	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$
Теплий	23...25	40-60	$\leq 0,1$	22...28	До 55	0,1...0,2
Холодний	22...24	40-60	$\leq 0,1$	21...25	До 75	$\leq 0,1$

Для забезпечення необхідних по нормативах параметрів мікроклімату передбачено:

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проточна вентиляція з подачею повітря;
- витяжна вентиляція, для видалення повітря з котельні з верхньої зони;
- автоматизація технологічних процесів (керування процесом дистанційно із щитових приміщень);
- зменшене виділення тепла й вологи за рахунок удосконалення і устаткування й технологічного процесу;
- вентильовання приміщення з метою профілактики теплових травм, а також забезпечення необхідної температури повітря;
- вимір температури повітря в приміщенні проводиться три рази за робочу зміну; виміри проводяться на висоті 1 метра при виконанні робіт сидячи й на висоті 1,5 метра при виконанні робіт стоячи;
- при виконанні робіт поблизу поверхонь устаткування, що має високу температуру, передбачене екранування поверхонь теплоізоляційними щитами (екранами), при необхідності використовуються засоби індивідуального захисту.

Вентиляція й опалення котельні забезпечують видалення надлишків вологи, їдких газів, пилу й підтримують наступні температурні умови, згідно [ДСН 3.3.6.042-99 « Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».]:

- а) у зоні постійного перебування обслуговуючого персоналу температура повітря взимку не нижче 12 °С, а влітку не більше ніж на 5 °С перевищує температуру зовнішнього повітря;
- б) в інших місцях можливого перебування обслуговуючого персоналу температура повітря не більше ніж на 15 °С вище температури в основній зоні;
- в) у щитовій зоні, постійного знаходження персоналу, передбачене кондиціонування.

10.2.2 Склад повітря робочої зони.

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично припустимими концентраціями (ГДК) у мг/м³. Їх гранично припустимі концентрації нормуються відповідно до [Держстандарт 12.1.005-88. ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони.].

Для забезпечення необхідного складу повітря робочої зони передбачено:

- приточна вентиляція;
- витяжна вентиляція;
- сигналізація загазованості котельні;

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- димосос і вентилятор розташовані поза приміщенням котельні на окремій площадці;
- виконується періодичний контроль складу повітря робочої зони.

10.2.3 Виробниче освітлення

Котельня забезпечується природним світлом через віконний проріз. Також передбачене штучне освітлення у вигляді газорозрядних ламп. Для аварійного освітлення передбачені акумуляторні ліхтарі. Аварійним освітленням обладнані наступні місця:

- а) фронт котлів, а також проходи між котлами, позад котлів і над котлами;
- б) щити й пульти керування;
- в) водовказівні й вимірювальні прилади;
- г) насосне встаткування.

Д) Газовий генератор

Освітленість приміщення котельні відповідає ДБН [ДБН 13.2.5-28-2006 Природне штучне висвітлення. Норми проектування.]

Природне освітлення.

Природне освітлення нормується параметром природного освітлення:

$$КПО=e_{np}=(E_{внутр}/E_{зовн.})100\%, \quad (10.1)$$

де $E_{внутр}$ – внутрішнє освітлення приміщення;

$E_{наружн.}$ – освітлення розсіяним світлом всього небозводу.

Для умов, які розглядаються в проекті (розряд зорової роботи IV (середня точність – найменший об'єкт розрізнення від 0,5 до 1 мм), система природного освітлення (бічне), пояс світлового клімату – 4, нормативне значення коефіцієнта e_{np} для четвертого світлового пояса розраховується по наступній формулі:

$$e_{np}=e_n \cdot m, \quad (10.2)$$

де e_n – нормоване значення КПО;

m – нормований коефіцієнт світлового клімату.

Для даних умов коефіцієнт природної освітленості $e_n=1,5\%$, $m=0,85$, тоді нормоване значення КПО:

$$e_{np}=1,5 \cdot 0,85 = 1,275\%. \quad (10.3)$$

Вибір величини віконних прорізів здійснюється виходячи з багатьох факторів: пояса, розташуванню вікон стосовно сторін світла, інших будівель, що перебувають у видимості й т.д.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.2.4 Штучне освітлення

Штучне освітлення згідно [ДБН 13.2.5-28-2006. Природне й штучне освітлення. Норми проектування] підрозділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне.

Критерієм штучного освітлення прийняті:

- освітленість E ;
- показник дискомфорту M ;
- коефіцієнт пульсації освітленості K_p .

Штучне освітлення нормується згідно [ДБН 13.2.5-28-2006. Природне й штучне освітлення. Норми проектування], з огляду на розряд, підрозряд робіт, систему освітлення й тип джерела світла. Нормованим параметром є освітленість E . По методу коефіцієнтів використання світлового потоку, розраховується загальне штучне освітлення.

Організація раціонального освітлення робочих місць і будівельних майданчиків є одним з основних питань охорони праці. Від пристрою освітлення багато в чому залежить продуктивність і безпека праці, а також якість виконуваних робіт. Для забезпечення нормативного значення E передбачено:

- системи робочого, аварійного й евакуаційного освітлення;
- аварійне освітлення живиться від джерела постійного струму (12В), резервується від акумуляторних батарей;
- як джерело освітлення застосовуються газорозрядні лампи типу ДРП і лампи накаливання 220 В у випадку якщо світильник розташовується вище ніж 2,5 м від підлоги, також лампи накаливання використовуються в коридорах, на сходах, площадках обслуговування;
- у приміщеннях, де постійно перебуває персонал, встановлюються люмінесцентні лампи.

10.2.5 Виробничий шум

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звук (шум) характеризується інтенсивністю, тобто потоком звукової енергії через одиницю площі. Характеристикою шуму на робочому місці є рівень звукового тиску L_p (дБ):

$$L_p = 20 \cdot \lg (P_1 / P_0), \text{ дБ}, \quad (10.4)$$

де P_1 – середньо квадратичне значення звукового тиску, Па, за розглянутий період часу;

P_0 – значення звукового тиску на нижньому порозі чутливості в октавній смузі із середньгеометричною частотою 10 Гц.

L_p – нормується залежно від частоти, характеру робіт і шуму (нормованого по відрядних спектрах - ПС). Так само характеристикою шуму є рівень звуку :

$$L_a = 20 \cdot \lg (P_{AI} / P_0), \text{ дБ}, \quad (10.5)$$

де P_{AI} , – середньо квадратичне значення звукового тиску (з врахуванням корекції А шумоміра).

L_a – нормується залежно від характеру робіт і характеру шуму.

Гранично припустимі рівні звуку на робочих місцях у приміщенні котельні 75 дБ. Забороняється навіть короткочасне перебування в зонах з рівнем звукового тиску 135 дБ.

Джерелом шуму в котельні є пальники котлів, двигуни підживлювальних насосів та мережевих насосів, газовий генератор, а також двигун вентилятора.

Для забезпечення нормативного шумового режиму проектом передбачено комплекс шумозахисних заходів, а саме:

1. Насоси встановлюються безшумові з віброізолюючими вставками;
2. Проходи трубопроводів через будівельні конструкції ретельно ущільнюються пружними прокладками в гільзах;
3. Місця кріплення трубопроводів до огорожувальних конструкцій також ізолюються пружними прокладками;
4. Двері котельної передбачаються з підвищеною звукоізоляцією (2 шари металу, мінераловатні плити між ними товщиною 50 мм), з ущільненням по периметру притулу пружним матеріалом;
5. Віконне скло встановлюється у пружних прокладках, що зменшує можливість його коливання

10.2.6 Виробничі вібрації

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно «Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води, Держнаглядохоронпраці» нормуються припустимі величини віброшвидкості (м/с) або віброприскорення (м/с²), або логарифм віброшвидкості

$$L = 20 \cdot \lg \frac{V_1}{V_0}, \text{дБ}$$

де V_1 – середньо квадратичне значення віброшвидкості за повний період часу, м/с;
 $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с – вихідне значення віброшвидкості.

Джерелами вібрації є: електричні машини, насоси, трубопроводи, димососи, вентилятори, котел й інше устаткування.

Згідно [ДСН 3.3. 6.039-99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації"] категорія вібрації по санітарних нормах і критеріям оцінки – 3 «а». Характеристика умов праці [ДСН 3.3. 6.039-99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації"]: технологічна вібрація що діє на операторів стаціонарних машин й устаткування й передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації.

У котельні для загальної вібрації припустимі значення нормованого параметра в діапазоні октавних смуг із середньо геометричними частотами 8...1000 Гц – 108 дБА, $L_{V^{\text{факт}}} = 80$ дБА.

Для зменшення впливу вібрації передбачено:

- установка всього устаткування, що є джерелом вібрації, на індивідуальні фундаменти із застосуванням матеріалів, які гасять вібрації [ДСН 3.3. 6.039-99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації"];
- на трубопроводах передбачена установка компенсаторів;
- на повітропроводах передбачені еластичні вставки;
- дистанційне керування устаткуванням, що виключає передачу вібрації на робочі місця, віброізоляція робочих місць.

10.2.7 Виробничі випромінювання

У процесі експлуатації устаткування котельні персонал піддається наступним виробничим випромінюванням:

- при роботі тепломеханічного устаткування – інфрачервоному випромінюванню;
- при виконанні зварювальних робіт – ультрафіолетовому випромінюванню.

Для інфрачервоного випромінювання нормується інтенсивність теплового випромінювання від поверхні нагрітого технологічного устаткування, освітлювальних

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приладів, інсоляція на постійних робочих місцях, залежно від опромінювальної поверхні тіла працюючого, категорії виконуваних робіт, тривалості впливу.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійному і непостійному робочому місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м^2 при опроміненні 50 % поверхні тіла і більше, 70 Вт/м^2 при опроміненні 25...50 % тіла, 100 Вт/м^2 при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла.

Технічні рішення по запобіганню шкідливого впливу на працюючих:

- температура поверхонь котлоагрегату не повинна перевищувати 50 градусів, а іншого устаткування 45 градусів, досягається застосуванням теплоізоляції;
- автоматизація технологічного процесу, дистанційне керування;
- робочі зони (місця) при необхідності екрануються;
- для зменшення дії ультрафіолетового випромінювання застосовують індивідуальний захист.

10.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Захист людей у разі пожежі є найважливішим завданням усієї системи протипожежного захисту. Вирішення цього завдання, в першу чергу, потребує впровадження ефективних евакуаційних заходів на випадок виникнення пожежі. Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть із приміщень:

- першого поверху безпосередньо назовні або через вестибюль, коридор, сходову клітку;
- будь-якого поверху, крім першого, у коридор, що веде на внутрішню сходову клітку або безпосередньо на зовнішні відкриті сходи;
- у сусіднє приміщення на тому ж поверсі, яке забезпечене виходами, зазначеними у попередніх пунктах;
- цокольного, підвального, підземного поверху назовні безпосередньо через сходову клітку або коридор, що веде на сходову клітку, яка має вихід назовні.

10.3.1 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі виявлення ознак пожежі працівник, який їх помітив, повинен:

- негайно повідомити про це Державну пожежну охорону за телефоном 01, вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про пожежу керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;
- організувати оповіщення людей про пожежу;
- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
- вжити заходів щодо гасіння пожежі з використанням наявних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.

Керівник та пожежна охорона установи, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні :

- перевірити, чи викликано Державну пожежну охорону;
- вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації пожежі;
- перевірити здійснення оповіщення людей про пожежу;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі;
- організувати зустріч підрозділів Державної пожежної охорони, надати їм допомогу у локалізації та ліквідації пожежі.

Після прибуття на пожежу підрозділів Державної пожежної охорони повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла пожежа.

10.3.2 Розрахунок часу евакуації людей з приміщення

Час, необхідний для евакуації людей з приміщення при пожежі, τ , с, потрібно розраховувати відповідно до [ГОСТ 12.1.004-91]:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_i, \quad (10.7)$$

де τ_1, τ_2, τ_i – час руху людей на всіх ділянках шляху евакуації.

Для кожної з ділянок шляху евакуації, час, необхідний для евакуації людей, τ , с, потрібно розраховувати за формулою:

$$\tau = l/v, \quad (10.8)$$

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де l – довжина розрахункового шляху потоку людей, що знаходяться на найбільшій відстані від найближчої двері евакуаційного виходу з приміщення чи по коридору до найближчої сходової клітини, м; довжина шляху не повинна перевищувати встановленої СНиП для житлових, громадських чи виробничих будівель;

v – швидкість руху людини чи людського потоку, м/хв., приймається за [ГОСТ 12.1.004-91] та перераховується в м/с.

На першій ділянці шляху евакуації швидкість руху визначається за таблицею 10.3 в залежності від густини потоку D . Швидкість потоку на інших ділянках визначається в залежності від інтенсивності руху потоку на ділянці. Перед дверима, що знаходяться в кінці коридору чи приміщення, швидкість людей знижується, так як зустрічає опір інших людей та опір дверей. Швидкість минання ділянок, на яких є двері, рекомендовано визначати за обраною швидкістю на цій ділянці за таблицею 10.3.

Таблиця 10.3 – Параметри руху людського потоку під час евакуації

Густина потоку $D, \text{м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальний шлях		Дверний отвір	Сходи вниз		Сходи вверх	
	Швид- кість $v, \text{м/хв}$	Інтенсив- ність $q, \text{м/хв}$	Інтенсив- ність $q, \text{м/хв}$	Швид- кість $v, \text{м/хв}$	Інтенсив- ність $q, \text{м/хв}$	Швид- кість $v, \text{м/хв}$	Інтенсив- ність $q, \text{м/хв}$
0,01	100	1	1	100	1	60	0,6
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,1	80	8	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12	13,4	68	13,6	40	8
0,3	47	14,1	16,5	52	16,6	32	9,6
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,9 >	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Густина людського потоку D на першій ділянці шляху евакуації, $\text{м}^2/\text{м}^2$

$$D_1 = \frac{N_1 f}{l_1 \delta_1}, \quad (10.9)$$

де N_1 — кількість людей на першій ділянці, чел.;

f — середня площа горизонтальної проекції людини, що приймається рівною:

- для дорослого в домашній одежі - $0,1 \text{ м}^2$, в зимовій одежі - $0,125 \text{ м}^2$
- для підлітка - $0,07 \text{ м}^2$;

δ_1 , — ширина першої ділянки шляху, м.

Інтенсивність руху потоку обчислюється за формулою

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (10.10)$$

де δ_i , δ_{i-1} — ширина розглянутої i -ї та попередньої ділянки шляху, м;

q_i , q_{i-1} — значення інтенсивності руху людського потоку на розглянутій i -й та попередній ділянці шляху, м/хв., значення інтенсивності руху потоку на першій ділянці ($q = q_{i-1}$), що визначається за таблицею 5.3 в залежності від значення D_1 .

10.3.3 Система оповіщення виробничого персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації

Для підвищення безпеки в надзвичайних ситуаціях пропонується встановлення системи оповіщення виробничого персоналу.

Оповіщення про надзвичайну ситуацію та управління евакуацією людей здійснюється наступними способами:

- поданням звукових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- розміщенням знаків безпеки на шляхах евакуації згідно з ДСТУ ISO 6309;
- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";
- зв'язком оперативного (чергового) персоналу системи оповіщення (диспетчера пожежного поста) із зонами оповіщення.

При пожежі використовуються такі засоби сповіщення персоналу:

- в приміщенні, згідно вимог [ДБН В.2.5-13-98] встановлено димові сповіщувачі СПД-1, які входять до складу автоматичних систем пожежної сигналізації а в коридорі встановленні теплові сповіщувачі ПП-105.4;
- встановлено звуковий сповіщувач в приміщенні сходової клітини, для оповіщення людей про пожежу;
- в приміщенні суворо заборонено використання побутових нагрівальних приладів, палити;

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- двері відкриваються назовні;
- ширина дверного отвору 1 м, що задовольняє нормативним вимогам - не менш 0,8 м;
- кількість одночасно працюючого персоналу 3 особи, що задовольняє нормативним вимогам - не більше 25 осіб при одному виході;
- висота дверного отвору складає 2 м, що задовольняє нормативним вимогам – не менш 2 м;
- в приміщенні суворо забороняється зберігати вогнебезпечні речовини та вироби (тканина, рослинні масла, лакофарби и т.п.).

10.4 Висновки

При монтажі та експлуатації котельного обладнання мають місце потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які при певних умовах можуть негативно впливати на стан здоров'я персоналу котельні . В цьому розділі були розглянуті основні технічні рішення з експлуатації котельного обладнання , умови праці персоналу , основні загрози безпеці праці персоналу та методи боротьби з ними.

					ТІ 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В данному дипломному проєкті було спроектовано котельню для покриття потреб у вентиляції науково-виробничого підприємства «Укроргсинтез» у м. Києві.

Проект відповідає сучасним нормам з енергозбереження, охорони праці і експлуатації інженерних систем.

Під час виконання проєкту було виконано:

- розрахунок теплового навантаження котельні :

Результатом розрахунку є розрахункова - $Q_o = 1.282$ МВт, середня $Q_{ср.о} = 0,644$ МВт та річна витрата теплоти $Q_{річ.о} = 9,8 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$ на вентиляцію двадцяти лабораторій. Така кількість теплових втрат обумовлюється високим коефіцієнтом повітрообміну у лабораторіях, що призводить до суттєвого зростання теплової потужності, необхідної на вентиляцію будівлі.

- розраховано теплову схему котельні для трьох режимів :

Розрахунок проведений за середніми температурами навколишнього повітря для найбільш холодної п'ятиденки, найбільш холодного місяця, опалювального періоду. Були розраховані температури та витрати води першого і другого контурів котельні. За результатом розрахунку був обраний один твердопаливний котел з контактним водонагрівачем КВН потужністю 1,5 МВт.

- виконано розрахунок горіння палива :

У результаті розрахунку були визначені - витрата палива $B_k = 0,036 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$, густина продуктів згорання палива $\rho_{п.зг} = 1,292 \text{ кг/м}^3$, загальний об'єм димових газів $V_{д.з.} = 6,17 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$, кількість повітря, необхідного для горіння $V_{д.пов}^0 = 5,35 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

- виконаний гідравлічний розрахунок трубопроводів:

За результатами розрахунків були визначені втрати тиску трубопроводів підживлювальної води - $\Delta P_{mp} = 23787 \text{ Па}$, першого контуру - $\Delta P_{mp1} = 110600 \text{ Па}$ та другого контуру - $\Delta P_{mp2} = 45349 \text{ Па}$ котельні. Були обрані діаметри труб трубопроводів для підживлення $d_3 = 50 \times 3,5 \text{ мм}$, першого контуру $d_n = 159 \times 6 \text{ мм}$, другого контуру $d_n = 108 \times 4 \text{ мм}$ котельні. Визначений необхідний напор насоса підживлення $H_{підж} = 5,8 \text{ м.вод.ст.}$, першого контуру $H_1 = 15 \text{ м.вод.ст.}$, другого контуру $H_2 = 6 \text{ м.вод.ст.}$ котельні.

- проведений розрахунок димової труби та розсіювання шкідливих викидів:

Для видалення продуктів згорання палива був обраний тонкостінний неіржавіючий димар, діаметром $d_{вн} = 222 \text{ мм}$, висота труби - $H = 35 \text{ м}$. Ізоляція димаря - не передбачається. Було визначено, що самотяги димаря не достатньо для видалення відомих газів з котла, тому є необхідність в установці димососу.

- Проаналізована необхідність у водопідготовці:

При контакті води з димовими газами топки, де відбувається згорання деревних пелетів, утворюється слаболужний розчин ($\text{pH} < 10$) водневого показнику якого не достатньо для початку корозії сталі, як відомо корозія починається при водневому показнику котлової води від $\text{pH} > 10-12$. Також це сприяє запобіганню випадіння солей тимчасової жорсткості в котлі.

В контактних водонагрівачах спостерігається випаровування води. Кількість води, що випарувалася, по відношенню до всієї її масі складає менше 0,5%. Практично, виходячи з досвіду експлуатації, випаровування води відсутнє. Тому у вигляді накипу у водонагрівачі не можуть випадати некарбонатні солі (CaSO і MgSO).

Як висновок – у водопідготовці немає необхідності.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Виконаний підбір основного обладнання: котлів, насосів, вентиляторів, теплообмінників :

В цьому розділі було обране таке обладнання котельні - два пластинчатих теплообмінника по 800 кВт кожен , дугтевий вентилятор , насоси першого та другого контурів котельні , насос підживлення , котел твердопаливний потужністю 1,5 МВт.

- проаналізована автоматизація котельні :

Система автоматизації котельні забезпечує управління основним обладнанням котельні, регулювання основних технологічних параметрів та процесів, відключення обладнання в аварійних ситуаціях, контроль за параметрами технологічного процесу і ввімкнення сигналізації в разі відхилення параметрів від їх заданого значення .

- був розроблений стартап проект :

Для реалізації проекту необхідно інвестувати 7320 тис. грн. Період окупності інвестиційних відрахувань складає всього 3 роки, індекс рентабельності інвестицій в проект за 5 років становить 7,77 одиниці, а рівень беззбитковості за проектом може бути досягнений у перший же рік введення проекту в дію.

Даний тип виробництва не є новим для нашої країни, але маючи ефективні технології проектування, технічні можливості та постійно зростаючий ринок ми можемо бути впевнені в окупності даної ідеї. Так існує страхування на випадок збитковості проекту, а саме всі деталі, котрі складають основну частину інвестиції можуть бути продані іншим виробникам за ринковою ціною.

- Розглянуті питання з охорони праці

При монтажі та експлуатації котельного обладнання мають місце потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які при певних умовах можуть негативно впливати на стан здоров'я персоналу котельні . В цьому розділі були розглянуті основні технічні рішення з експлуатації котельного обладнання , умови праці персоналу , основні загрози безпеці праці персоналу та методи боротьби з ними.

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія - Київ: Мінрегіон України, 2011 - 127 с.;
2. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби на Україні. – Київ: КТМ 204 України 244-94, 1996.-636 с.;
3. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція, та кондиціонування повітря - Київ: Мінрегіон України, 2013 - 149 с.;
4. ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будинки і споруди. Основні положення;
5. Ривкин С. Л. Теплофизические свойства воды и водяного пара / С.Л.Ривкин, Александров А. А – М.; Энергия, 1980. – 424 с.;
6. Гамбург П. Ю. Таблицы и примеры для расчета трубопроводов отопления и горячего водоснабжения / П. Ю Гамбург - М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам., 1961. - 196 с.;
7. Термодинамические свойства воздуха / В. В. Сычев, Вассерман А. А., Козлов А. Д., Спиридонов Г. А., Цымарный В. А. - ГСССД. Серия монографии. М.: Издательство стандартов, 1978. - 276 с.;
8. Алабовский О.М. и др. „Проектування котелень промислових підприємств”. Навч. посіб./О.М. Алабовський, М.Ф. Боженко, Ю.В. Хоренженко.- К.: Вища шк., 1992. – 207с.;
9. Боженко М.Ф., Джерела теплопостачання та споживачі теплоти / М.Ф. Боженко, Сало В.П Навч. посіб.– К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 192 с.;
10. Краснощеков Е.А.Задачник по теплопередаче / Е.А. Краснощеков , Сукомел А.С. Учебн. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. - 288 с.;
11. Михеев М.А. Основы теплопередачи./ М.А. Михеев , И.М Михеева М: Энергия, 1973.- 320 с.;
12. Технічні дані продукції з офіційних інтернет ресурсів:
<http://nikgenerator.com.ua>, <http://www.lowara-td.com.ua>, <http://gross.ua>,
<http://aquasystem.kiev.ua>, <http://www.mekson.kiev.ua>, <http://www.lota.ua>;
13. Физические величины. Справочник /А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова.- М.:Энергоатомиздат, 1991. - 1232 с.;
14. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні »;
15. СНиП II-58-75 «Ектростанції теплові»;

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

16. ДНАОП 0.00-1.08-94 «Правила пристрою й безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів»;

17. ДНАОП 0.00-1.21-98. «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, держнаглядохоронпраці»;

18. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;

19. ДБН 13.2.5-28-2006 «Природне штучне висвітлення. Норми проектування»;

20. ДСН 3.3. 6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

21. ДБН В.2.5-13-98 «Пожежна автоматика будинків і споруд».

					ТП 71мп 22 011 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан теплоенергетичного
факультету КПІ ім.Ігоря Сікорського

_____ 20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
НВ ТОВ «Лота»

_____ О.Я. Королевич
«___» _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на конструкторсько-технологічну роботу

«Реконструкція котельні науково-виробничого підприємства «Укроргсинтез» у м.Києві»

1. Термін виконання роботи

Початок – 03.09.2018р.

Закінчення – 18.12.2018р.

2. Обґрунтування для виконання роботи

Підприємство займається виготовленням хімічних реагентів та потребує велику кратність повітрообміну у лабораторіях. Це накладає обмеження на систему опалення будівлі (будівля може опалюватися лише за рахунок вентиляції). За рахунок цього в холодний період року витрачаються дуже великі кошти на опалення підприємства . На опалення будівлі працює приватна котельня на газових котлах . Для економії коштів поставлена задача з встановлення твердопаливної котельні з контактним водонагрівачем що працює на деревних пелетах.

Теплопостачання будівлі включає в себе : двадцять хімічних лабораторій .

Котельня повинна забрати на себе частину навантаження газових котлів.

3. Мета роботи

Визначення теплового навантаження котельні та розробка теплової схеми.

4. Зміст основних етапів виконання роботи

- Розрахунок теплового навантаження;
- Розрахунок теплової схеми;
- Розрахунок горіння палива та визначення витрати палива на котельню;
- Гідравлічний розрахунок;

- Розрахунок димової труби;
- Водопідготовка в котельні;
- Вибір основного обладнання: котли, вентилятори, насоси, теплообмінники;
- Графічна частина:
 - Тепломеханічна схема котельні;
 - Компоновка обладнання;
 - Креслення трубопроводів та повітропроводів;

5. Матеріали, що подаються після закінчення робіт

5.1 Пояснювальна записка;

5.2 Креслення;

5.3 Довідка про впровадження результатів.

6. Порядок розгляду і приймання роботи

Результати роботи розглядаються на засіданні ЕК із захисту дипломних проектів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 7.05060101 «Теплоенергетика».

Керівник роботи

_____ к.т.н Назарова І.О.

«___» _____ 2018р.

Виконавець

Студент гр. ТП-71мп

ТЕФ, КПІ ім.Ігоря Сікорського

_____ Шарапов В.В.

«___» _____ 2018р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

НВ ТОВ «Лота»

_____ О.Я. Королевич
« ____ » _____ 2018 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дипломного проекту другого (магістерського) рівня вищої освіти
студента ТЕФ, «КП» ім. Ігоря Сікорського

Шарапова Володимира Володимировича

Результати дипломного проекту студента «КП» ім. Ігоря Сікорського

Шарапова В.В. за темою: «Реконструкція котельні науково-виробничого підприємства Укроргсинтез у м.Київ » упроваджені в НВ ТОВ «Лота» в частині розрахунків теплового навантаження та розрахунків теплової схеми котельні.

Додаток В

Перевірка на академічний плагіат



МД ПЗ Шарало...

Завантажено: 12/11/2018

Перевірено: 12/11/2018

Інтернет + Бібліотека

72.97% Оригінальність	27.03% Схожість	109 Джерела
-----------------------	-----------------	-------------

Джерела з Інтернет : 1 джерело знайдено

1. https://knowledge.allbest.ru/physics/2c0a65635a2ad68a4c43b89421216d26_1.html	3.94%
2. http://stud.wiki/physics/2c0a65635a2ad68a4c43b89421216d26_1.html	3.94%
3. https://ukrbukva.net/62476-Raschet-dymovoily-truby.html	1.64%
4. http://jak.magey.com.ua/articles/prirodna-i-shtuchna-tjaga-koeficient-nadlishku.html	0.52%
5. http://www.jak.magey.com.ua/articles/prirodna-i-shtuchna-tjaga-koeficient-nadlishku.html	0.52%
6. https://otherreferats.allbest.ru/physics/00695010_0.html	0.32%
7. https://allbest.ru/otherreferats/physics/00695010_0.html	0.32%
8. http://stud.wiki/physics/2c0a65635a2ad68a4c43b89421216d26_0.html	0.24%
9. http://fis.bobrodobro.ru/31279	0.24%
10. https://knowledge.allbest.ru/physics/2c0a65635a2ad68a4c43b89421216d26_0.html	0.24%
11. https://studopedia.su/20_54647_opalennya.html	0.18%
12. https://lektii.org/6-602.html	0.18%
13. http://eprints.kname.edu.ua/22152/1/2010_%D0%BF%D0%B5%D1%87._14%D0%BC_%D0%9C...	0.18%
14. http://www.uden-s.ua/download/documents/file/58/%D0%9E%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B...	0.18%
15. http://skaz.com.ua/matematika/14237/index.html	0.18%
16. http://ni.biz.ua/7-4/28030.html	0.15%
17. http://ukrefs.com.ua/page,2,91178-Teplovoily-raschet-kozhuhotrubnogo-i-plastinchatogo-teploobm...	0.15%
18. http://ukrefs.com.ua/print:page,1,91178-Teplovoily-raschet-kozhuhotrubnogo-i-plastinchatogo-teplo..	0.15%
19. https://knowledge.allbest.ru/construction/3c0b65625b2ac78a5c43b88521306d26_0.html	0.14%
20. https://infopedia.su/15x1231f.html	0.14%
21. https://StudFiles.net/preview/5532330/page:9	0.14%
22. https://otherreferats.allbest.ru/construction/00818254_0.html	0.14%
23. https://StudFiles.net/preview/5532330/page:4	0.14%
24. https://vuzlit.ru/1479496/viznachennya_vtrat_teploji_primischennyami_budivli_proektuyetsya	0.14%
25. http://bukvar.su/promyshlennost-proizvodstvo/91178-Teplovoily-raschet-kozhuhotrubnogo-i-plastin...	0.14%
26. https://ukrbukva.net/page,7,67532-Opalennya-ta-ventilyac-ya-zhitlovo-bud-vl.html	0.14%
27. http://arh.bobrodobro.ru/10077	0.14%
28. https://StudFiles.net/preview/5532506/page:3	0.14%
29. http://diplomba.ru/work/46434	0.14%
30. https://vunivere.ru/work26923	0.11%
31. https://www.ronl.ru/referaty/ekologiya/231470	0.11%
32. https://StudFiles.net/preview/5433622/page:3	0.11%
33. https://StudFiles.net/preview/5433129	0.11%
34. http://antibotan.com/file.html?work_id=112257	0.11%